

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра геологии и нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель основной профессиональной
образовательной программы


Сторожева А.Е.

«24» июня 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля)

Б1.В.10 «Основы диагностики нефтегазовых сооружений»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело
(код и наименование направления подготовки)

Наименование

«Автоматизированные системы управления технологическими процессами в нефтегазовой отрасли»

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2022

Рабочая программа дисциплины «Основы диагностики нефтегазовых сооружений» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Программу составила:

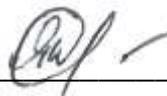
Мария Евгеньевна Сторожева, старший преподаватель кафедры геологии и

нефтегазового дела ТНИ СахГУ

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание подпись

Рабочая программа дисциплины «Основы диагностики нефтегазовых сооружений» утверждена на заседании кафедры геологии и нефтегазового дела протокол № 9 от 24 мая 2022 г.

Зав. кафедрой Денисова Я.В.



Рецензент(ы):

Грецкая Елена Владимировна, к г-м н, зам главного геолога АО

«Дальморнефтегеофизика»



1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – изучение основ технической диагностики и неразрушающих методов контроля для оценки технического состояния объектов нефтегазовой промышленности.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основами теории технической диагностики, видами технического состояния, контролируруемыми параметрами, системами технического диагностирования;
- изучение физических основ методов неразрушающего контроля для обнаружения и диагностики неполадок технологического оборудования нефтегазовой отрасли;
- ознакомление с оборудованием для проведения неразрушающего контроля, методиками проведения испытаний;
- ознакомление с методологией оценки остаточного ресурса технологического оборудования;
- ознакомление с особенностями диагностирования типового оборудования.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Основы диагностики нефтегазовых сооружений» относится к части блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, и является обязательной для изучения.

Пререквизиты дисциплины (модуля): базируется на дисциплинах учебного плана подготовки бакалавров, предшествующих указанной дисциплине: «Математика», «Физика», «Основы нефтегазового дела», «Нефтегазопромысловое оборудование», «Основы автоматизации технологических процессов и производств».

Постреквизиты дисциплины: является базой для изучения и освоения дисциплины «Управление качеством», «Теория и методы защиты от коррозии нефтегазовых объектов», необходима для итогового государственного экзамена и написания бакалаврской работы.

3 ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПКС-4	Способен осуществлять руководство, сопровождение и корректировку технологических	ПКС-4.1 Применяет знания основных производственных процессов сооружения, ремонта и эксплуатации скважин и нефтегазового оборудования различного назначения ПКС-4.2 Умеет в сочетании с сервисными

	<p>процессов сооружения, ремонта и эксплуатации скважин и нефтегазового оборудования различного назначения</p>	<p>компаниями и специалистами тех служб корректировать технологические процессы сооружения, ремонта и эксплуатации скважин и нефтегазового оборудования различного назначения с учетом реальной ситуации</p> <p>ПКС-4.3 Владеет навыками руководства производственными процессами по сооружению, ремонту и эксплуатации скважин и нефтегазового оборудования различного назначения с применением современного оборудования и материалов и с соблюдением требований нормативно-технической документации</p>
ПКС-6	<p>Способен оценивать риски и определять меры по обеспечению экологической и технологической безопасности процессов нефтегазового производства, реализуя принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды</p>	<p>ПКС-6.1 Применяет знания методов оценки риска и мер по обеспечению экологической и технологической безопасности процессов нефтегазового производства, а также знание современных энергосберегающих технологий</p> <p>ПКС-6.2 Умеет анализировать и оценивать риски и определять меры по обеспечению экологической и технологической безопасности процессов нефтегазового производства, реализуя принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды</p> <p>ПКС-6.3 Владеет способностью координировать работы коллектива по предотвращению чрезвычайных и аварийных ситуаций, реализуя принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды</p>
ПКС-11	<p>Способен составлять и оформлять техническую, технологическую и служебную документацию в соответствии с действующими нормативными и конструкторскими актами, выполнять технические работы в соответствии с технологическими регламентами</p>	<p>ПКС-11.1 Применяет знания понятия и видов технической, технологической и служебной документации и предъявляемые к ним требования; виды и требования к отчетности, основные отчетные документы, сроки предоставления, алгоритмы формирования отчетов</p> <p>ПКС-11.2 Умеет формировать заявки на технологическое и техническое обслуживание, заявки потребность в материалах</p> <p>ПКС-11.3 Умеет вести техническую, технологическую и служебную документацию и отчетность</p> <p>ПКС-11.4 Владеть навыками анализа достижений отечественной и зарубежной науки и техники для подготовки документации в вопросах разработки и внедрения новой техники и передовой технологии, ведения патентной и лицензионной работы, сбора научно-технической информации</p>

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

Очная форма обучения

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	8 Семестр	Всего
Общая трудоемкость	72	72
Контактная работа:	40	40
Лекции	12	12
Практические работы	24	24
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО): проведение текущих консультаций по подготовке к лекционным и практическим работам, ИРС	4	4
Самостоятельная работа:	32	32
самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, ГОСТов, ТУ, СП и др., изучение технологических схем, диагностических методик)	8	8
подготовка к практическим занятиям	8	8
подготовка к промежуточной аттестации	8	8
подготовка к зачету	8	8

4.2 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ РАБОТЫ И ИХ ТРУДОЕМКОСТИ ПО РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Контактная			Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия	Конт ТО		
1	Раздел 1. Задачи, система и типовая программа технической диагностики	8	1	2		3	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
2	Раздел 2. Методы вибрационной диагностики	8	1	2	1	3	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
3	Раздел 3. Оптические методы, визуальный и измерительный контроль	8	1	2		2	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
4	Раздел 4. Капиллярный контроль	8	1	2	1	2	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание

5	Раздел 5. Течеискание	8	1	2		3	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
6	Раздел 6. Радиационный контроль	8	1	2		2	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
7	Раздел 7. Магнитный неразрушающий контроль	8	1	2		3	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
8	Раздел 8. Вихретоковый, электрический и тепловой вид контроля	8	1	2	1	2	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
9	Раздел 9. Ультразвуковой неразрушающий контроль	8	1	2		3	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
10	Раздел 10. Акустико – эмиссионный метод	8	1	2		3	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
11	Раздел 11. Оценка остаточного ресурса оборудования	8	1	2	1	3	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
12	Раздел 12. Особенности диагностирования типового технологического оборудования	8	1	2		3	Блиц-опрос, доклад-презентация, собеседование, тестирование, практическое задание
	Зачет	8					Защита проекта по индивидуальному заданию с элементами собеседования по вопросам к зачету
	Итого: 72		12	24	4	32	

4.3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Задачи, система и типовая программа технической диагностики

Цель и задачи технической диагностики. Виды дефектов, качество и надежность нефтегазового оборудования, сооружений и объектов. Восстановление работоспособности оборудования. Виды состояния оборудования, системы технической диагностики. Типовая программа технического диагностирования. Виды неразрушающего контроля, его стандартизация и метрологическое обеспечение.

Раздел 2. Методы вибрационной диагностики

Сущность вибродиагностики и ее основные понятия. Средства контроля и обработки вибросигналов. Виброактивность роторов. Виброактивность подшипников и их диагностика. Виброактивность зубчатых передач и трубопроводов. Вибродиагностика и вибромониторинг общих дефектов машинного оборудования.

Раздел 3. Оптические методы, визуальный и измерительный контроль

Классификации оптических методов контроля. Особенности визуального контроля. Визуально - оптический и измерительный контроль.

Раздел 4. Капиллярный контроль

Физическая сущность капиллярного контроля. Классификация и особенности капиллярных методов. Технология капиллярного контроля. Проверка чувствительности капиллярного контроля.

Раздел 5. Течеискание

Термины и определения течеискания, количественная оценка течей. Способы контроля и средства течеискания. Масс-спектрометрический метод. Галогенный и катарометрический методы. Жидкостные методы течеискания. Акустический метод.

Раздел 6. Радиационный контроль

Источники ионизирующего излучения. Контроль прошедшим излучением. Радиографический контроль сварных соединений.

Раздел 7. Магнитный неразрушающий контроль

Область применения и классификация. Магнитные характеристики ферромагнетиков. Магнитные преобразователи. Магнитная дефектоскопия, магнитно – порошковый метод. Дефектоскопия стальных канатов. Метод магнитной памяти. Магнитная структуроскопия.

Раздел 8. Вихретоковый, электрический и тепловой вид контроля

Вихретоковый вид контроля. Электрический вид контроля. Тепловой вид контроля.

Раздел 9. Ультразвуковой неразрушающий контроль

Акустические колебания и волны. Затухание ультразвука. Трансформация ультразвуковых волн. Способы получения и ввода ультразвуковых колебаний. Конструкция пьезопреобразователей. Аппаратура, методы и технология ультразвукового контроля

Раздел 10. Акустико – эмиссионный метод

Источники акустической эмиссии (АЭ). Виды сигналов АЭ. Оценка результатов АЭ контроля. Аппаратура АЭ контроля. Порядок проведения и область применения АЭ контроля.

Раздел 11. Оценка остаточного ресурса оборудования

Методология оценки остаточного ресурса. Оценка ресурса при поверхностном разрушении. Прогнозирование ресурса при язвенной коррозии. Прогнозирование ресурса по трещиностойкости и критерию «течь перед разрушением». Оценка ресурса по коэрцитивной силе. Оценка ресурса по состоянию изоляции

Раздел 12. Особенности диагностирования типового технологического оборудования

Диагностирование буровых установок. Диагностирование линейной части стальных газонефтепроводов и арматуры. Диагностирование сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Диагностирование установок для ремонта скважин. Диагностирование вертикальных цилиндрических резервуаров для нефтепродуктов. Диагностирование насосно-компрессорного оборудования.

4.4 ТЕМЫ И ПЛАНЫ ЛАБОРАТОРНЫХ/ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Занятие 1 (2 ч.) Тема «Определение показателей надежности оборудования»

Основные сведения для выполнения занятия.

Надежность эксплуатируемой машины определяется в первую очередь ее техническим состоянием. По ГОСТ 27.002 – 2015 надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения. Надежность оценивается безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью, ресурсом, а также сочетанием или совокупностью этих свойств.

Безотказность – свойство оборудования сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность – свойство оборудования сохранять работоспособность в заданных условиях эксплуатации вплоть до наступления предельного состояния.

Ремонтпригодность – способность оборудования к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и повреждений при проведении технических обслуживания и ремонтов.

Ресурс – наработка оборудования от начала эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

Задание 1. Выбор оборудования, по характеристикам которого будет производиться определение показателей надежности. Определение необходимых характеристик оборудования, а именно:

r – число отказов, произошедших за период наблюдений t ;

t_i – наработка между двумя последовательными отказами;
 n – число объектов, работоспособных в начальный момент времени (эксплуатационных наблюдений) $t=0$;
 t_{pecj} – наработка каждого из объектов от начала эксплуатации;
 t_{bi} – продолжительность внепланового восстановления после 1-го отказа оборудования;
 $t_{ППРi}$ – продолжительность i -го планового восстановления оборудования;
 $N_{ППР}$ – число плановых ремонтов оборудования за период наблюдений t ;
 $n(t)$ – число объектов (оборудования), отказавших на отрезке времени $0...t$.

Указания к выполнению задания. Показатели надежности, определяемые по годам за период не менее двух лет эксплуатации в соответствии с ГОСТ 27.002 – 2015, рассчитывают по формулам, приведенным в таблице.

Наименование и условное обозначение показателя по ГОСТ 27.002-2015	Формула для расчета статической оценки показателя надежности
Средняя наработка на отказ (наработка на отказ) \bar{T}	$\bar{T} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r t_j$
Средний ресурс (средний срок службы) \bar{D}	$\bar{D} = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^n t_{pecj}$
Среднее время внепланового восстановления (ремонта) \bar{T}_B	$\bar{T}_B = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r t_{Bj}$
Среднее время планового восстановления (ремонта) $\bar{T}_{ППР}$	$\bar{T}_{ППР} = \frac{1}{\bar{N}_{ППР}} \sum_{i=1}^{\bar{N}_{ППР}} t_{ППРi}$
Вероятность безотказной работы $P(t)$	$P(t) = 1 - \frac{n(t)}{n}$
Коэффициент технического использования $K_{т.и.}$	$K_{т.и.} = \frac{\bar{T}}{\bar{T} + \bar{T}_B + \bar{T}_{ППР}}$

Задание 2. Изучение типовой программы технического диагностирования. Под руководством преподавателя группа выбирается один из перечня предложенных объектов и по Типовой программе (типовому алгоритму) технического диагностирования рассматривает наиболее общие этапы работ, присущих различным типам диагностируемых объектов.

Перечень и последовательность выполнения таких этапов приведены на рисунке.



Указания к выполнению задания.

На первом этапе технического диагностирования необходимо произвести анализ эксплуатационно-технической документации и данных оперативной диагностики. Это позволит:

- получить ретроспективную информацию об объекте диагностирования;
- определить соответствие проекту использованных материалов и фактического конструктивного исполнения, фактических условий эксплуатации (нагрузок, температур, рабочих сред и др.) проектным;
- выбрать определяющие параметры технического состояния, предварительно установить ожидаемые деградационные процессы;
- составить перечень элементов и участков объекта диагностирования, которые в наибольшей степени предрасположены к появлению повреждений и дефектов.

Для анализанеобходима нормативно-техническая, проектная, монтажная и ремонтно-эксплуатационная документация, заключения экспертиз промышленной безопасности, проведенных ранее, а также научно-техническая информация по отказам и повреждениям аналогичных объектов.

На втором этапе производится натурное обследование объекта в несколько последовательных этапов. В первую очередь проводят визуально-измерительный контроль, измерение геометрических параметров объекта и размеров выявленных дефектов. На объектах, имеющих большие габаритные размеры, выполняют геодезическую съемку. Результатом этого этапа является выявление изменения геометрии объекта, наличия поверхностных видимых дефектов и уточнение объема неразрушающего контроля. Далее неразрушающими методами выполняют толщинометрию и дефектоскопию элементов и участков объекта, выявленных на предварительном этапе диагностирования и уточненных при визуальном контроле.

На третьем этапе при необходимости производят исследование структуры, определение химического состава и механических свойств материалов.

На четвертом этапе в большинстве случаев натурное обследование завершают испытанием объекта под нагрузкой на прочность, устойчивость и герметичность. Испытаниям предшествуют соответствующие проверочные расчеты с учетом выявленных дефектов. Проверочные расчеты в соответствии с нормативной документацией (ГОСТ 14249-89, 25859-83, 26202-84, 24755-89, РД 03-421-01, ПБ 03-605-03 и др.) выполняют по допускаемым напряжениям с учетом коэффициентов запаса. Величина запаса определяется физико-механическими характеристиками материала конструкции и условиями ее нагружения. Расчет фактических напряжений при проверке их соответствия допускаемым значениям и определении коэффициентов запаса можно заменить определением этих напряжений с помощью номограмм по величине коэрцитивной силы.

На пятом этапе оборудование считают работоспособным, если его несущие элементы имеют запасы прочности выше следующих нормативных значений:

$n_T = 1,5$ – запас прочности до образования пластического шарнира (по пределу текучести);

$n_B = 2,4$ – запас прочности по пределу прочности;

$n_K = 2,0$ – запас прочности по критическому коэффициенту интенсивности напряжений.

Если расчетный коэффициент запаса ниже установленных значений, то принимают решение о снижении рабочих параметров диагностируемого оборудования (давления, температуры, расхода) или выводе его из эксплуатации.

На завершающем этапе диагностирования выполняют анализ выявленных дефектов и повреждений, их соответствие нормам и критериям, установленным в нормативно-технической документации, дают оценку технического состояния объекта. Выясняют необходимость проведения дополнительных исследований с целью уточнения определяющих параметров на основе уточнения напряженно-деформированного состояния, деградационных процессов и фактических характеристик материалов.

При признании объекта работоспособным, а также при наличии возможности восстановления его работоспособности выполняют прогнозный

расчет остаточного ресурса по определяющим параметрам технического состояния с учетом скорости роста соответствующих дефектов и повреждений.

По результатам технического диагностирования принимают решение о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации объекта: продолжении эксплуатации на рабочих или сниженных параметрах, необходимости ремонта объекта или демонтажа из-за невозможности или нецелесообразности его дальнейшего использования.

В зависимости от конструктивного исполнения в типовую программу диагностирования вносят изменения и дополнения, учитывающие особенности конкретного объекта и предусматривающие проведение дополнительных исследований и применение различных методов неразрушающего контроля: например, контроль состояния магистральных трубопроводов с помощью специальных приборов-дефектоскопов, инструментальное обследование состояния оснований и опор, тепловизионное обследование в режиме эксплуатации объектов с термоизоляционным покрытием (например, изотермических резервуаров для хранения сжиженного газа), дополнительное обследование фундамента ГПА и конструкций зданий насосных и компрессорных станций и др.

Занятие 2 (2 ч.) Тема «Виды неразрушающего контроля, описание проведения диагностики одним из видов контроля»

Задание. Студентам необходимо сделать доклад-презентацию по одному из методов диагностического контроля и охарактеризовать его по следующему перечню:

- 1) применение метода в нефтегазовой промышленности;
- 2) необходимое оборудование для проведения контроля;
- 3) ограничения в применении;
- 4) описание процесса проведения диагностического контроля;
- 5) описание физического явления, на котором данный процесс базируется.

Доклад должен занимать 5 – 7 минут, после чего студент отвечает на вопросы группы и преподавателя.

Указания к выполнению задания.

Предусматривается использование различных методов контроля, прежде всего методов неразрушающего контроля для диагностирования состояния оборудования. Неразрушающий контроль (НК) требует применения специальных и дорогостоящих приборов и оборудования и привлечения высококвалифицированных аттестованных специалистов. Он может осуществляться как дискретно, так и путем постоянного мониторинга на сложных и дорогостоящих опасных производственных объектах.

Классификация видов НК в соответствии с ГОСТ Р 56542-2015 основана на физических процессах взаимодействия поля или вещества с объектом контроля. В основе решения диагностических задач лежит прежде

всего оптимальный выбор физического процесса, дающего наиболее объективную информацию об объекте диагностирования. В зависимости от общности физических принципов, на которых они основаны, различают девять видов НК: акустический, магнитный, тепловой, электрический, оптический, вихретоковый, радиационный, проникающими веществами и радиоволновой. Каждый из видов НК подразделяют на методы, отличающиеся следующими признаками:

- характером взаимодействия поля или вещества с объектом, определяющим соответствующие изменения поля или состояния вещества;
- параметром поля или вещества (первичным информативным параметром), измеряемым в процессе контроля;
- способом измерения параметра поля или вещества.

Классификация методов НК по ГОСТ Р 56542-2015 приведена в табл.. Ни один из методов НК не является универсальным. Каждый из них может быть использован наиболее эффективно для обнаружения определенных дефектов в заданных условиях.

Например, многие из методов применимы для контроля некоторых типов материалов: радиоволновые – для радиопрозрачных диэлектрических материалов; электроемкостный – для немагнитных, плохо проводящих ток материалов; вихретоковый, электропотенциальный – для хороших электропроводников; магнитный – для ферромагнетиков; акустический – для материалов, обладающих небольшим затуханием звука соответствующей частоты, и т.д.

Вид контроля	Классификация методов неразрушающего контроля		
	По характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом	По первичному информативному параметру	По способу получения первичной информации
Магнитный	Магнитный	Коэрцитивной силы Намагниченности Остаточной индукции Магнитной проницаемости Напряженности Эффекта Баркгаузена	Магнитопорошковый Индукционный Феррозондовый Эффект Холла Магнитографический Пондеромоторный Магниторезисторный
Электрический	Электрический Трибоэлектрический Термоэлектрический	Электропотенциальный Емкостный	Электростатический порошковый Электропараметрический Электроискровой Рекомбинационного излучения Экзоэлектронной эмиссии Шумовой Контактной разности потенциалов

Вихретоковый	Прошедшего излучения Отраженного излучения	Амплитудный Фазовый Частотный Спектральный Многочастотный	Трансформаторный Параметрический
Радиоволновой	Прошедшего излучения Отраженного излучения Рассеянного излучения Резонансный	Амплитудный Фазовый Частотный Временный Поляризационный Геометрический	Детекторный(диодный) Болометрический Термисторный Интерференционный Голографический Жидких кристаллов Термобумаг Термолюминофоров Фотоуправляемых проводниковых пластин Калориметрических
Тепловой	Тепловой контактный Конвективный Собственного излучения	Термометрических Теплометрический	Пирометрический Жидких кристаллов Термокрасок Термобумаг Термолюминофоров Термозависимых параметров Оптический интерференционный Калориметрических
Оптический	Прошедшего излучения Отраженного излучения Рассеянного излучения Индукцированного излучения	Амплитудный Фазовый Временной Частотный Поляризационный Геометрический Спектральный	Интерференционный Нефелометрический Рефрактометрический Голографический Рефлексометрический Визуально-оптический
Радиационный	Прошедшего излучения Рассеянного излучения Активационного анализа Характеристического излучения Автоэмиссионный	Плотности потока энергии Спектральный	Сцинтилляционный Ионизационный Вторичных электронов Радиографический Радиоскопический
Акустический	Прошедшего излучения Отраженного излучения(эхо-метод) Резонансный Импедансный Свободных колебаний Акустико-	Спектральный Амплитудный Фазовый Временной Частотный	Пьезоэлектрический Электромагнитно-акустический Микрофонный Порошковый

	эмиссионный		
--	-------------	--	--

Занятие 3 (2 ч.) Тема «Профилеметрия трубопроводов»

Задание. Работа в группе с преподавателем. Студенты должны ознакомиться с приборами для контроля геометрии трубопровода при внутритрубной диагностике; изучить принципы работы оборудования и приборов контроля, установленных на используемых диагностических снарядах; произвести обзор существующих внутритрубных инспекционных снарядов, используемых при проведении профилеметрии.

В ходе работы студентам представляются учебные фильмы, демонстрирующие принцип действия приборов, а также презентация с демонстрацией материала по практической работе.

По итогам работы студенты должны представить результаты сравнительной характеристики приборов в виде таблицы.

	Одноканальный профилемер	Многоканальный профилемер	Скребок – калибр	Прибор – шаблон	Навигационный снаряд
Номинальный диаметр, мм					
Минимальный диаметр для прохождения, мм					
Диапазон температуры транспортируемого продукта					
Диапазон давления транспортируемого продукта					
Диапазон скорости перекачки					
Источник питания					
Чувствительность, мм					
Погрешность измерения, % от диаметра					
Точность измерения					
Минимальный радиус отвода					
Максимальная длина обследуемого участка					
Время автономной работы					

Указания к выполнению задания.

1. Изучить общие сведения о профилеметрии трубопроводов. При проведении комплексного обследования трубопровода перед пропуском дефектоскопов необходимо убедиться, что проходное сечение по всей

протяженности отвечает требованиям как очистных скребков, так и дефектоскопов высокого и сверхвысокого разрешения (ультразвуковых, магнитных, ЭМА и комбинированных) по проходимости. Эту задачу должен решать снаряд, имеющий сверхвысокую проходимость и определяющий реальное проходное сечение. Именно для решения такой задачи предназначен профилемер.

Для обнаружения дефектов геометрии трубопровода (вмятин, гофр, овальностей поперечного сечения) используется электронно-механический способ измерений, реализованный в приборах – внутритрубных профилемерах.

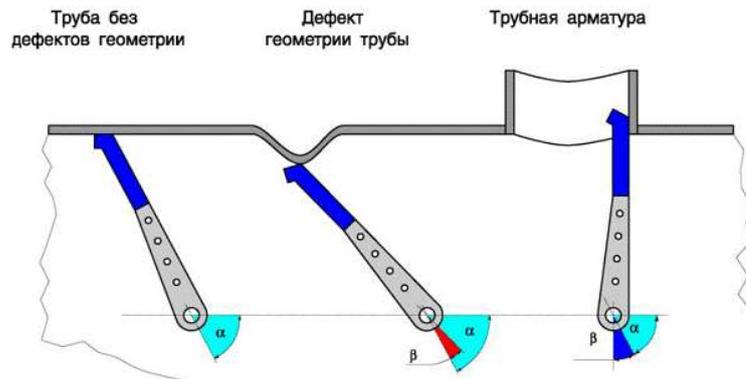


Рисунок 1 – Принцип измерения внутренней геометрии трубопровода профилемером: α – нормальное положение рычага; β – угол отклонения рычага

Внутритрубный профилемер (рисунок 2) состоит из двух секций – стальных герметичных корпусов, связанных между собой карданным соединением.

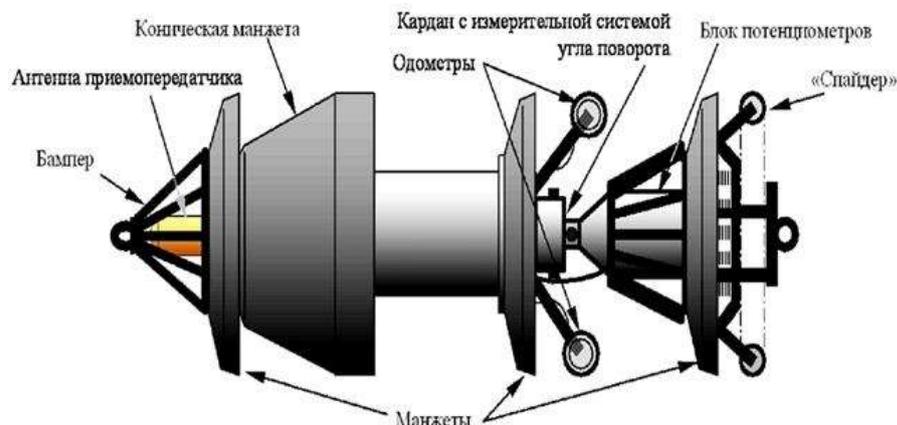


Рисунок 2 – Внешний вид внутритрубного профилемера

2. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) одноканального профилемера.

3. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) многоканального профилемера.

4. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) скребка - калибра.

5. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) прибора–шаблона.

6. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) навигационного снаряда.

7. После просмотра учебных фильмов, демонстрирующих принцип действия приборов, а также презентация с демонстрацией материала по практической работе необходимо произвести сравнение приборов по требуемым показателям (заполнить таблицу).

Занятие 4 (2 ч.) Тема «Ультразвуковые внутритрубные дефектоскопы»

Задание. Студенты должны изучить основные физические принципы ультразвуковой дефектоскопии и датчиков, используемых при внутритрубной диагностике, а также ознакомиться с основными ультразвуковыми снарядами для внутритрубной дефектоскопии, и с областями их применения и обнаруживаемыми ими дефектами.

В ходе работы студентам представляются учебные фильмы, демонстрирующие принцип действия приборов, а также презентация с демонстрацией материала по практической работе.

По итогам работы студенты должны представить результаты сравнительной характеристики приборов в виде таблицы.

	Дефектоскоп типа WM	Дефектоскоп типа CD	Дефектоскоп типа WM&CD
Скорость перемещения в трубопроводе			
Способ контактирования с поверхностью трубопровода			
Точность определения положения дефекта			
Способы регистрации данных			
Регистрируемые дефекты			

Общие сведения. Физической основой ультразвуковой дефектоскопии является свойство ультразвуковых волн отражаться от несплошностей. Действие приборов ультразвукового контроля основано на послылке ультразвуковых импульсов и регистрации отраженных акустических эхосигналов или ослабленных сигналов (в случае нахождения приемника сигналов в акустической тени, созданной дефектом). Посылка ультразвуковых импульсов и прием ультразвуковых сигналов производится

пьезоэлементами (пьезоэлектрическими преобразователями), преобразующими переменное электрическое поле в акустическое поле и наоборот.

Чтобы ввести ультразвуковые волны в контролируемое изделие, между пьезопреобразователем-искателем и изделием необходимо обеспечить акустический контакт. Существуют два метода обеспечения такого контакта: контактный и погружной (иммерсионный). При контактном методе поверхность изделия смазывают минеральным маслом, глицерином, солидолом, специальной магнитной жидкостью, водой, гелем, и т. д. При иммерсионном методе контролируемое изделие и преобразователи находятся в среде или потоке жидкости. При этом между преобразователем и контролируемым изделием непосредственный контакт отсутствует, ввод ультразвуковых колебаний осуществляется через слой жидкости. При проведении контроля в технологическом процессе в качестве иммерсионной жидкости обычно используется вода, при проведении внутритрубного контроля нефтепродуктопроводов – перекачиваемый продукт, в газопроводах – жидкостная пробка.

В зависимости от типа дефекта ввод ультразвуковых волн осуществляется по нормали или под определенным углом к поверхности изделия. Во внутритрубных дефектоскопах преобразователи устанавливаются в гибком носителе, обеспечивающем фиксированный отступ между излучающей поверхностью преобразователя и внутренней поверхностью трубопровода.

Указания к выполнению задания.

1. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) ультразвукового внутритрубного дефектоскопа для прямого высокоточного измерения толщины стенки трубы (типа WM).

2. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) ультразвукового внутритрубного дефектоскопа для прямого высокоточного обнаружения трещин на ранней стадии (типа CD).

3. Ультразвуковой внутритрубный комбинированный дефектоскоп для прямого высокоточного измерения толщины стенки трубы и обнаружения трещин на ранней стадии (типа WM&CD).

4. Дать краткую характеристику дефектам, обнаруживаемым при проведении ультразвуковой диагностики трубопровода.

7. После просмотра учебных фильмов, демонстрирующих принцип действия приборов, а также презентация с демонстрацией материала по практической работе необходимо произвести сравнение приборов по требуемым показателям (заполнить таблицу).

Занятие 5 (2 ч.) Тема «Магнитные внутритрубные дефектоскопы»

Задание. Студенты должны изучить основные физические принципы магнитной дефектоскопии и датчиков, используемых при внутритрубной диагностике, а также ознакомиться с основными магнитными снарядами для внутритрубной дефектоскопии, и с областями их применения

и обнаруживаемыми ими дефектами.

В ходе работы студентам представляются учебные фильмы, демонстрирующие принцип действия приборов, а также презентация с демонстрацией материала по практической работе.

По итогам работы студенты должны представить результаты сравнительной характеристики приборов в виде таблицы.

	Дефектоскоп типа MFL	Дефектоскоп типа TFI	Дефектоскоп комбинированного типа
Скорость перемещения в трубопроводе			
Способ контактирования с поверхностью трубопровода			
Точность определения положения дефекта			
Способы регистрации данных			
Регистрируемые дефекты			

Общие сведения. Магнитный контроль основан на индикации эффекта взаимодействия магнитного поля с контролируемым объектом, изготовленным из ферромагнитного материала. Если в намагниченном металле встречаются области с дефектами-несплошностями, магнитная проницаемость которых отличается от магнитной проницаемости основного металла, появляются магнитные поля рассеяния, выходящие наружу. Индикация этих полей позволяет получить информацию о дефектах.

Магнитный контроль проводится в приложенном или остаточном магнитном поле. Выбор направления магнитного поля, а следовательно, и способа намагничивания, зависит от ориентации дефектов. Магнитное поле должно быть перпендикулярно направлению дефекта.

В магнитных приборах, используемых при проведении внутритрубной дефектоскопии, индикация магнитных полей рассеяния осуществляется специальными магниточувствительными датчиками, установленными на упругих носителях и сканирующими внутреннюю поверхность трубопровода. Показания датчиков преобразуются в электрические сигналы, регистрируемые запоминающей системой прибора.

Намагничивание до полного насыщения стенки трубопровода осуществляется мощными постоянными магнитами, установленными на корпусе внутритрубного прибора. Замыкание магнитного потока на стенку трубы производится через гибкие магнитопроводы.

Современные магнитные приборы высокого разрешения способны

выявлять как дефекты потери металла, вызывающие уменьшение толщины стенки трубопровода, так и дефекты в сварных швах, определять, на какой поверхности находятся дефекты потери металла — наружной или внутренней. Размеры дефектов определяются по характеристикам магнитных полей рассеяния при помощи специально разработанных математических моделей.

Указания к выполнению задания.

1. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) магнитного дефектоскопа высокого и сверхвысокого разрешения с продольным намагничиванием (MFL).

2. Изобразить схему и кратко пояснить принцип регистрации сигналов датчиками типа I.

3. Изобразить схему и кратко пояснить принцип регистрации сигналов датчиками типа III.

4. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) магнитного дефектоскопа высокого и сверхвысокого разрешения с поперечным намагничиванием (TFI).

5. Изобразить схему и кратко пояснить принцип регистрации сигналов датчиками типа II.

4. Изучить принцип действия и внешний вид (составляющие) комбинированного магнитного дефектоскопа сверхвысокого разрешения с продольным и поперечным намагничиванием.

7. После просмотра учебных фильмов, демонстрирующих принцип действия приборов, а также презентация с демонстрацией материала по практической работе необходимо произвести сравнение приборов по требуемым показателям (заполнить таблицу).

Занятие 6 (2 ч.) Тема «Акустико-эмиссионный контроль»

Задание. Студенты должны изучить основные физические принципы акустико-эмиссионного контроля. Рассмотреть применение метода акустической эмиссии на примере обследования резервуаров без вывода из эксплуатации, ознакомиться с средствами сбора и обработки информации при диагностике объектов данным способом.

Основные сведения. Под акустической эмиссией (АЭ) понимается возникновение в среде упругих волн, вызванных изменением ее состояния под действием внешних или внутренних факторов. Акустико-эмиссионный метод основан на анализе этих волн. Целью АЭ контроля является обнаружение, определение координат и слежение (мониторинг) за источниками акустической эмиссии.

Метод акустической эмиссии (АЭ) является чувствительным к любым видам структурных изменений в широком частотном диапазоне работы (обычно от 10 до 1000 кГц). Оборудование способно регистрировать не только хрупкий рост трещин, но также процессы развития локальной пластической деформации, затвердевания, кристаллизации, трения, ударов, течеобразований и фазовых переходов.

Указания к выполнению задания.

1. Указать, для каких операций используются акустико-эмиссионный метод контроля.
2. Рассмотреть амплитудный и частотный методы при подавлении шумов и выделения полезного сигнала. Указать их основные показатели, кратко описать принцип действия.
3. Перечислить характерные особенности метода АЭ контроля, определяющие его возможности и область применения.
4. На примере пакета программ «Буря» рассмотреть технологию обработки данных акустико-эмиссионного контроля объемных объектов (резервуаров, нефтяных танков, сферических оболочек и т. д.).

Занятие 7 (2 ч.) Тема «Вибрационный метод контроля»

Задание. Студенты должны изучить основные причины и источники вибрации, а также физических параметров, характеризующих ее, ознакомиться с системами вибрационного контроля технического состояния машин и оборудования на объектах нефтегазовой промышленности.

Основные сведения. Вибрационный метод контроля технического состояния машин (вибродиагностика) является одним из информативных и доступных методов диагностики. Применительно к оборудованию НПС вибродиагностика позволяет контролировать техническое состояние магистральных и подпорных насосных агрегатов в режиме постоянного слежения за уровнем вибрации, а также оценивать работоспособность вентиляторов, насосов систем охлаждения, маслоснабжения, отопления, откачки утечек и прочего оборудования путем периодического измерения и анализа параметров вибрации.

Указания к выполнению задания.

1. Перечислить основные дефекты, определяемые с помощью вибродиагностики, дать им краткую характеристику.
2. Дать определение понятиям вибросмещение, виброскорость, виброускорение, указать какими методами происходит измерение этих показателей.
3. Рассмотреть технические средства вибрационной диагностики машин, описать принцип их работы.
4. Привести примеры системы непрерывного контроля вибрации.

Занятие 8, 9 (4 ч.) Тема «Техническая диагностика газотурбинных установок»

Основные сведения. Диагностика – способность распознавать (от греческого слова *diagnostikos*). Задачами технической диагностики является разработка методов и приборов для определения технического состояния объектов диагностирования (агрегатов) по параметрам, характеризующим

протекание процессов в этом агрегате.

В зависимости от задачи различают следующие виды диагностики:

- функциональную, связанную с определением изменения основных энергетических показателей агрегата (например его мощности и КПД);
- структурную, оценивающую характер и степень повреждения деталей механизма;
- визуальную, оценивающую причины разрушения деталей при их осмотре, и прогнозную, предсказывающую характер протекания износа деталей и время выхода их из строя.

В настоящее время в условиях эксплуатации при эксплуатации газоперекачивающих агрегатов (ГПА) применяют следующие виды диагностики:

- параметрическую;
- вибрационную;
- по анализу отработанного масла (трибодиагностика);
- оптические и акустические методы.

Шум работающего агрегата представляет собой хороший источник диагностической информации, характеризующий сложный спектр шумов аэродинамического и механического происхождения, изменяющийся в зависимости от изменения состояния двигателя. Как известно, основными источниками шума в работающем двигателе являются компрессор, процесс горения топлива в камере сгорания, газовая турбина, вращающиеся детали вспомогательных механизмов ГТУ, обслуживающих агрегат. Если в этих условиях определять составляющие спектра шума от агрегата и отслеживать его изменения во времени, то диагностирование ГТУ по спектру шума может быть весьма эффективным в условиях эксплуатации для оценки состояния агрегата.

В условиях эксплуатации проводится диагностика температурного состояния деталей агрегата, прежде всего лопаток турбины, визуально-оптическая диагностика, позволяющая выявлять разрывы материала, трещины, неплотности, деформации, нарушения покрытий и изоляции камеры сгорания, газовой турбины и др.

Одним из основных направлений технической диагностики является параметрическая диагностика. Основой метода параметрической диагностики – является определение изменения параметров технического состояния агрегата или его отдельных элементов по изменению технологических и топливно-энергетических показателей – мощности, КПД и др.

В качестве количественных оценок смещения характеристик ГТУ применяются коэффициенты технического состояния по мощности и топливному газу.

Работа №1. Определение коэффициентов технического состояния газотурбинных установок

Задание. Определить коэффициенты технического состояния по мощности и топливному газу газотурбинной установки. Для проведения расчета необходимы:

номинальные параметры:

- эффективная мощность, кВт;
- расход топливного газа, м³/час;
- температура газов перед ТВД, °С;
- низшая теплота сгорания топливного газа, ккал/м³;

фактические параметры:

- эффективная мощность, кВт;
- расход топливного газа, м³/час;
- температура газов перед ТВД, °С;
- температура атмосферного воздуха, °С;
- атмосферное давление, МПа;
- низшая теплота сгорания природного газа, ккал/м³.

Указания к выполнению задания.

1. Изучить схему газотурбинной установки, входящих в нее элементов, описать принцип действия.

2. По паспорту установки студент находит номинальные и фактические параметры для расчета.

3. Производится расчет в соответствии с приведенными основными формулами.

Основные формулы для расчета.

Коэффициент технического состояния ГТУ по мощности вычисляется по формуле:

$$k_{Ne} = N_{e(np)t(m\vartheta 0)} / N_e^0, \quad (0 < k_{Ne} \leq 1),$$

где N_e^0 – номинальная мощность агрегата, кВт;
 $N_{e(np)t(m\vartheta 0)}$ – приведенная мощность агрегата, кВт, определяется по формуле:

$$N_{e(np)t(m\vartheta 0)} = N_{e(np)} + \Delta N_{e(np)},$$

где $N_{e(np)}$ – приведенная мощность на валу ГТУ (к 15 °С и 0,1013 МПа) вычисляется по формуле:

$$N_{e(np)} = N_e \cdot 0,1013 P_a \cdot \sqrt{288,15 T_{ex}},$$

где $\Delta N_{e(np)}$ – поправка для приведения мощности к номинальной температуре на входе ТВД, определяется по формуле:

$$\Delta N_{e(np)} = K_{tI} (t_{m\vartheta 0} - t_{m\vartheta(np)}),$$

где K_{tI} – поправочный коэффициент, кВт/ °С (приложение 1);

$t_{m\vartheta 0}$ – номинальное значение температуры на входе в турбину высокого давления, °С;
 $t_{m\vartheta (np)}$ – приведенная температура газов на входе в ТВД, °С, определяется по формуле:

$$t_{m\vartheta (np)} = (t_{m\vartheta} + 273,15) 288,15 T_{ex} - 273,15.$$

Формула (4) применяется для агрегатов типа ГТ-700-5, ГТК-5, ГТ-750-6, ГТК-10, для остальных типов ГТУ приведенная мощность агрегата определяется по формуле:

$$N_{e(np)l(m\vartheta 0)} = N_{e(np)} N_{e(np)},$$

где $N_{e(np)} = 1 - 4,2 \cdot (1 - T_{m\vartheta (np)}) T_{m\vartheta (np)}$.
 $T_{m\vartheta (np)} = T_{m\vartheta (np)} T_{m\vartheta 0}$.

Коэффициент технического состояния по топливному газу вычисляется по формуле:

$$k_{mz} = q_{mz(np)} q_{mz0},$$

где q_{mz0} – номинальное значение расхода топливного газа (при номинальной мощности);

$q_{mz(np)}$ – фактический приведенный расход топливного газа, определяется по формуле:

$$q_{mz(np)} = q_{mz} \cdot 0,1013 P_a \cdot \sqrt{288,15 T_{ex} \cdot Q_{np} Q_{np0}},$$

где Q_{np0} – номинальная низшая теплота сгорания топливного газа (принимается равной 8000 ккал/м³);

Q_{np} – фактическая низшая теплота сгорания топливного газа, ккал/м³.

Работа №2. «Определение основных параметров ГТУ по мощности, потребляемой центробежным нагнетателем»

Задание Определение основных параметров ГТУ по мощности, потребляемой центробежным нагнетателем.

Для проведения расчета необходимы:

- тип ГПА;
- давление газа на входе ЦБН;
- давление газа на выходе ЦБН;
- температура газа на входе ЦБН;
- температура газа на выходе ЦБН;
- плотность газа, кг/м³;
- коммерческий расход транспортируемого газа, млн. м³/сут;
- расход топливного газа, м³/ч;

- низшая теплота сгорания топливного газа, ккал/м³;
- температура атмосферного воздуха, °С.

Также студенту дается схема ГПА для изучения.

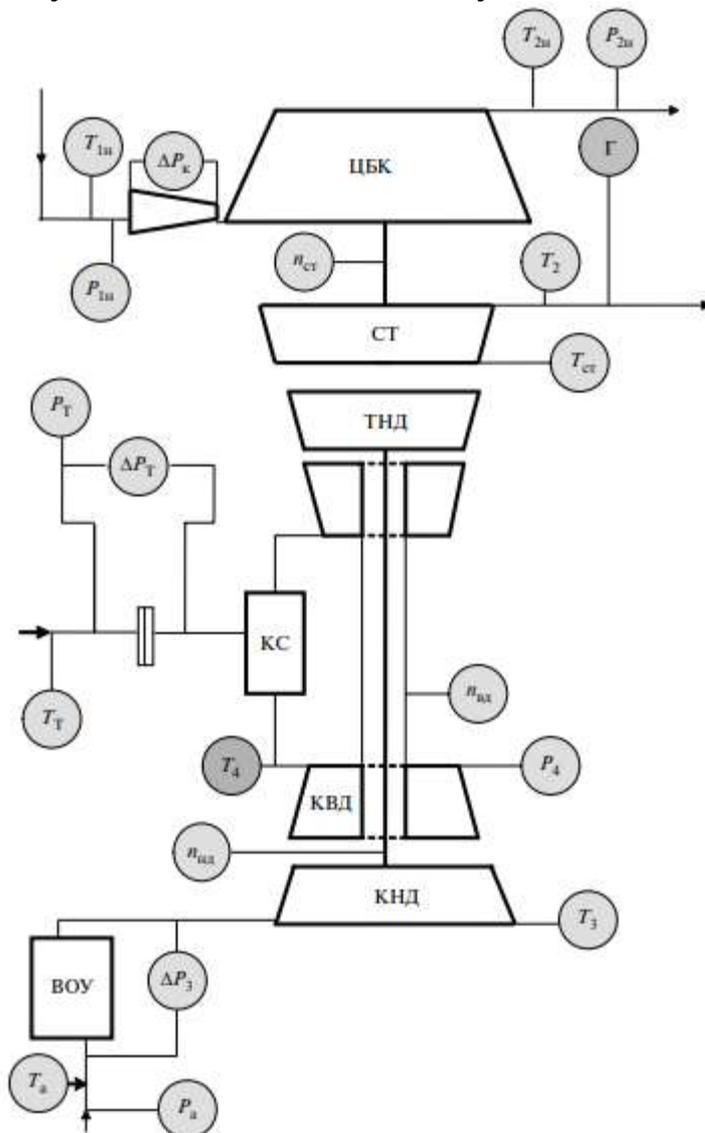


Рисунок 1 – Принципиальная схема ГПА для проведения измерений и расчетов

Указания к выполнению задания.

1. Изучить схему газоперекачивающего агрегата, входящих в нее элементов, описать принцип действия.
2. По паспорту установки студент находит необходимые параметры для расчета.
3. Производится расчет в соответствии с приведенными основными формулами.

Основные формулы для проведения расчета.

Коэффициент технического состояния ГТУ по мощности вычисляется по формуле:

$$k_{Ne} = N_{e(np)t(m\delta 0)} N_e^0, \quad (0 < k_{Ne} \leq 1),$$

где N_e^0 – номинальная мощность агрегата, кВт;

$N_{e(np)t(m\vartheta 0)}$ – приведенная мощность агрегата, кВт, определяется по формуле:

$$N_{e(np)t(m\vartheta 0)} = N_{e(np)} + \Delta N_{e(np)},$$

где $N_{e(np)}$ – приведенная мощность на валу ГТУ (к 15 °С и 0,1013 МПа) вычисляется по формуле:

$$N_{e(np)} = N_e \cdot 0,1013 P_a \cdot \sqrt{288,15 T_{ex}},$$

где $\Delta N_{e(np)}$ – поправка для приведения мощности к номинальной температуре на входе ТВД, определяется по формуле:

$$\Delta N_{e(np)} = K_{t1} (t_{m\vartheta 0} - t_{m\vartheta(np)}),$$

где K_{t1} – поправочный коэффициент, кВт/ °С (таблица 1);

Таблица 1 – Значения коэффициента K_{t1}

Тип ГТУ	ГТ-700-5	ГТК-5	ГТ-750-6	ГТ-6-750	ГТК-10
Значение, кВт/ °С	19	19	23,5	23	36

$t_{m\vartheta 0}$ – номинальное значение температуры на входе в турбину высокого давления, °С;

$t_{m\vartheta(np)}$ – приведенная температура газов на входе в ТВД, °С, определяется по формуле:

$$t_{m\vartheta(np)} = (t_{m\vartheta} + 273,15) \cdot 288,15 T_{ex} - 273,15.$$

Формула применяется для агрегатов типа ГТ-700-5, ГТК-5, ГТ-750-6, ГТК-10, для остальных типов ГТУ приведенная мощность агрегата определяется по формуле:

$$N_{e(np)t(m\vartheta 0)} = N_{e(np)} N_{e(np)},$$

$$\text{где } N_{e(np)} = 1 - 4,2 \cdot (1 - T_{m\vartheta(np)}) T_{m\vartheta(np)}.$$

$$T_{m\vartheta(np)} = T_{m\vartheta(np)} T_{m\vartheta 0}.$$

Коэффициент технического состояния по топливному газу вычисляется по формуле:

$$k_{mz} = q_{mz(np)} q_{mz 0},$$

где $q_{mz 0}$ – номинальное значение расхода топливного газа (при номинальной мощности);

$q_{mг(нр)}$ – фактический приведенный расход топливного газа, определяется по формуле:

$$(7)q_{mг(нр)} = q_{mг} \cdot 0,1013P_a \cdot \sqrt{288,15T_{вх}} \cdot Q_{нр}Q_{нр0},$$

где $Q_{нр0}$ – номинальная низшая теплота сгорания топливного газа (принимается равной 8000 ккал/м³);

$Q_{нр}$ – фактическая низшая теплота сгорания топливного газа, ккал/м³.

Занятие 10, 11 (4 ч.) Тема «Особенности диагностирования типового технологического оборудования нефтегазовой отрасли»

Диагностирование оборудования различных типов осуществляется по определенным программам (алгоритмам). Индивидуальная программа технического диагностирования разрабатывается на основе типовой (рассмотренной на 1-ом практическом занятии) с учетом конструктивных особенностей конкретного оборудования.

Задание 1. Студент должен рассмотреть процесс диагностирования (обследования) буровых установок и/или бурового оборудования.

Указания к выполнению задания.

1. Для наглядности процесса диагностирования следует изобразить или найти схему рассматриваемого оборудования с описанием входящих в него элементов.

2. Описать процесс работы оборудования, указать самые нагруженные узлы, указать основное и вспомогательное оборудование.

3. Определить периодичность диагностирования оборудования в период расчетного срока службы.

4. Определить периодичность диагностирования оборудования, выработавшего свой расчетный ресурс.

5. Кратко охарактеризовать понятие первичного, повторного и внеочередного обследования, указать в каких случаях они проводятся.

6. Указать какие работы проводятся в период проведения обследования.

7. Указать в каких случаях проводятся статические и динамические испытания, для какой категории оборудования они проводятся.

8. Описать приборы и устройства, которые будут применяться в ходе диагностической проверки.

Задание 2. Студент должен рассмотреть процесс диагностирования (обследования) линейной части стальных газонефтепроводов и арматуры.

Основные сведения. Газонефтепроводы разделяют на промышленные и

магистральные. Требования к проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации промысловых и магистральных газонефтепроводов, периодичности и объему их освидетельствования и технического диагностирования содержатся в различных отраслевых и ведомственных документах.

Газонефтепроводы представляют собой систему последовательно соединенных элементов: труб, трубных деталей, запорно-регулирующей арматуры, насосно-компрессорных станций (НКС) и др. Благодаря резервированию основных элементов НКС надежность газопровода меньше зависит от работоспособности НКС, чем от состояния линейной части.

Нарушение работоспособности линейной части газонефтепроводов может происходить как вследствие нарушения технологии производства работ, так и из-за накопления дефектов элементами трубопровода в период эксплуатации. К технологическим причинам нарушения работоспособности линейной части относят гидратные и газовые пробки, засорения трубопроводов и др. Они выявляются методами функциональной (оперативной) диагностики и устраняются оперативным обслуживающим персоналом.

Указания к выполнению задания.

1. Для наглядности процесса диагностирования следует изобразить или найти схему рассматриваемого оборудования с описанием входящих в него элементов.

2. Описать процесс работы оборудования, указать самые нагруженные узлы, указать основное и вспомогательное оборудование.

3. Указать основные виды дефектов, возникающих в процессе эксплуатации газонефтепроводов.

4. Составить карту-схему газонефтепровода с указанием потенциально опасных участков и отдельных элементов, которые в силу особенностей их конструкции или условий эксплуатации наиболее подвержены появлению повреждений и отказов.

5. Составить план обследования, включающий порядок и последовательность проведения диагностических работ, методы и аппаратуру, используемые в процессе диагностирования.

6. Определить меры безопасности при проведении диагностирования.

7. Перечислить методы обработки результатов диагностирования и порядок их представления.

Задание 3. Студент должен рассмотреть процесс диагностирования (обследования) сосудов и аппаратов, работающих под давлением.

Основные сведения. Требования к техническому состоянию сосудов и аппаратов установлены Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных

производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением». Диагностика сосудов и аппаратов на объектах добычи нефти и газа осуществляется в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.3-491-2010 «Техническое диагностирование сосудов, работающих под давлением на объектах ОАО «Газпром». Технические требования и рекомендации применительно к сосудам и аппаратам, эксплуатируемым в химической, нефтехимической нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности приведены в РД 03-421-01 «Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов».

Перечисленные руководящие документы аккумулируют в себе последние достижения металловедения и механики разрушения. Распространяются на сосуды и аппараты, изготовленные из углеродистых, низколегированных и аустенитных сталей. РД 03-421-01, кроме того распространяются на сосуды, аппараты и их элементы, работающие со средами, содержащими сероводород, вызывающими межкристаллитную коррозию металла, и на сосуды из двухслойной стали.

Указания к выполнению задания.

1. Для наглядности процесса диагностирования следует изобразить или найти схему рассматриваемого оборудования с описанием входящих в него элементов.

2. Описать процесс работы оборудования, указать самые нагруженные узлы, указать основное и вспомогательное оборудование.

3. Указать основные виды дефектов, возникающих в процессе эксплуатации газонефтепроводов.

4. Разработать программу диагностирования на основе типовой программы (рассматривалось на практическом занятии 1) на каждый сосуд или группу сосудов одной конструкции, работающих в одинаковых условиях (на одной «площадке» в одном цехе и т.п.). При разработке программы учесть конструктивные особенности и условия эксплуатации, а также возможности применения конкретного вида неразрушающего контроля.

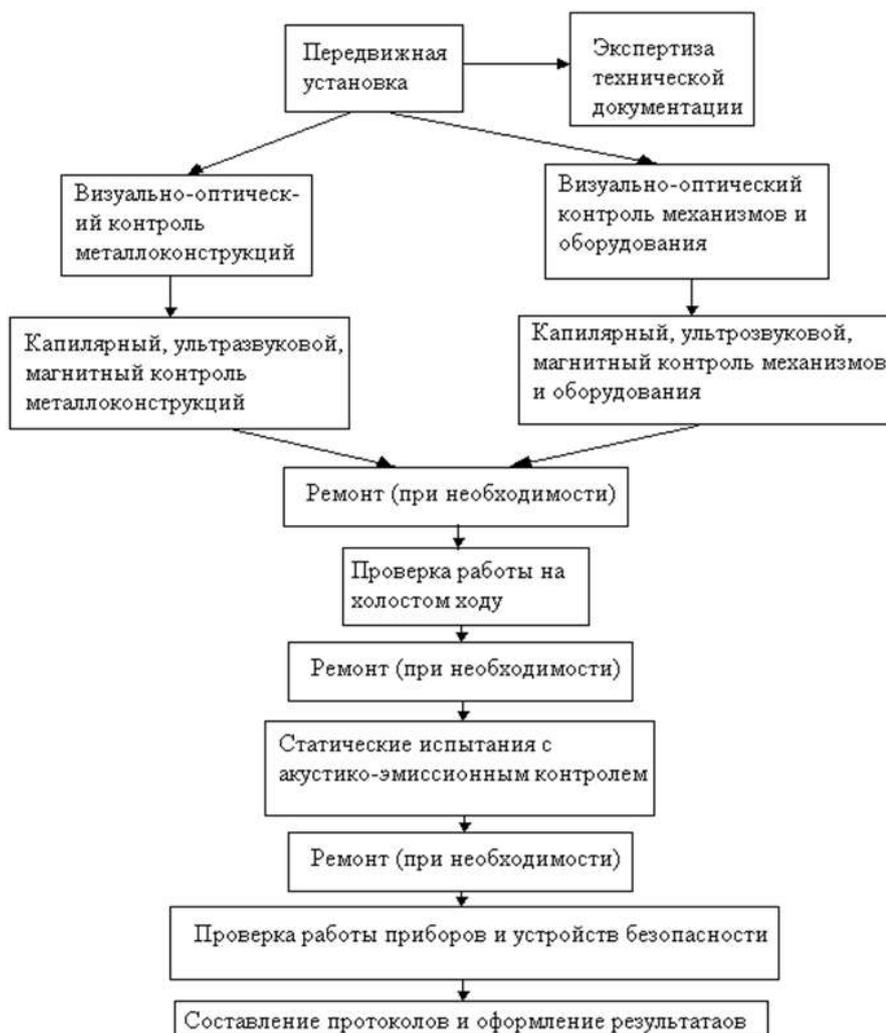
5. Произвести оценку технического состояния сосуда на основе анализа диагностической информации.

6. Определить последующие операции по проведению периодического освидетельствования.

Задание 4. Студент должен рассмотреть процесс диагностирования (обследования) установок для ремонта скважин.

Основные сведения. Установки для ремонта скважин (далее установки) изготавливаются в передвижном исполнении и представляют собой мачтовый

подъемник, смонтированный на специальном шасси или на шасси базового серийного автомобиля. Техническое диагностирование установки регламентировано РД 08-195-98 «Инструкция по техническому диагностированию состояния передвижных установок для ремонта скважин». Порядок диагностирования по РД 08-195-98 приведен ниже.



Указания к выполнению задания.

1. Для наглядности процесса диагностирования следует изобразить или найти схему рассматриваемого оборудования с описанием входящих в него элементов.

2. Описать процесс работы оборудования, указать самые нагруженные узлы, указать основное и вспомогательное оборудование.

3. Указать основные виды дефектов, возникающих в процессе эксплуатации установок для ремонта скважин.

4. Выявить наиболее нагруженные узлы которых наблюдаются концентрации напряжения.

5. Описать проведение статического испытания установки под нагрузкой.

Задание 5. Студент должен рассмотреть процесс диагностирования (обследования) вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов.

Основные сведения. Диагностика резервуаров осуществляется в соответствии с РД 08-95-95 «Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов». Положение распространяется на стальные сварные цилиндрические резервуары вместимостью 100 до 50 000 м³ следующих типов: со стационарной крышей, со стационарной крышей и понтоном, с плавающей крышей. Положение предусматривает порядок оценки технического состояния резервуаров по совокупности диагностических параметров с целью выработки рекомендаций об условиях их дальнейшей безопасной эксплуатации с вероятным остаточным ресурсом, сроках и уровнях последующих диагностических обследований либо о необходимости проведения ремонта или исключения их из эксплуатации. На основе и в дополнение к РД 08-95-95 некоторыми организациями разрабатываются свои ведомственные документы. Так, в ОАО «Акционерная компания трубопроводного транспорта нефтепродуктов «Транснефтепродукт» подготовлены согласованные с Госгортехнадзором РФ РД153-112-017-97 «Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров».

Указания к выполнению задания.

1. Для наглядности процесса диагностирования следует изобразить или найти схему рассматриваемого оборудования с описанием входящих в него элементов.

2. Описать процесс работы оборудования, указать самые нагруженные узлы, указать основное и вспомогательное оборудование.

3. Указать основные виды дефектов, возникающих в процессе эксплуатации вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов.

4. Указать периодичность проведения диагностического обследования резервуаров.

5. Описать какие работы входят в комплекс полного технического обследования резервуаров.

6. Описать завершающий процесс диагностирования резервуаров, а именно проведения гидравлических испытаний (опрессовки оборудования).

Задание 6. Студент должен рассмотреть процесс диагностирования (обследования) насосно-компрессорного оборудования.

Насосно-компрессорное оборудование относится к группе роторных машин, одним из основных элементов которых является ротор. Роторные машины состоят также из корпуса, валов, подшипников, соединительных муфт, уплотнений и других элементов. В общем случае наиболее слабым звеном, определяющим работоспособность роторной машины, может оказаться любой из перечисленных элементов. Техническое диагностирование роторных машин может производиться как без их разборки, так и с разборкой. Диагностика с разборкой дополнительно включает неразрушающий и измерительный контроль всех базовых узлов и деталей. Оперативный контроль технического состояния осуществляется обслуживающим персоналом по параметрическим и виброакустическим критериям (температуре, развиваемому давлению, величине подачи, потребляемой мощности, величине утечек, уровню шума, среднеквадратическому значению виброскорости и др.).

Указания к выполнению задания.

1. Для наглядности процесса диагностирования следует изобразить или найти схему рассматриваемого оборудования с описанием входящих в него элементов.
2. Описать процесс работы оборудования, указать самые нагруженные узлы, указать основное и вспомогательное оборудование.
3. Указать основные виды дефектов, возникающих в процессе эксплуатации насосно-компрессорного оборудования.
4. Описать этапы типовой программы диагностирования насосно-компрессорного оборудования
5. Перечислить операции по продлению ресурса узлов насосно-компрессорного оборудования.

Занятие 12 (2 ч.) Тема «Определение остаточного ресурса оборудования»

Задание. Студент должен изучить документ РД 03-421-01 «Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов». В соответствии с документом составить план по определению остаточного ресурса оборудования (на выбор студента) по одному из следующих показателей:

1. По поверхностным нарушениям.
2. По развитию язвенной коррозии.
3. По трещиностойкости и по критерию «течь перед разрушением».
4. По коэрцитивной силе.
5. По состоянию изоляции.

Указания к выполнению задания.

1. Необходимо представить схему оборудования и описать технологический процесс, в котором данное оборудование участвует.
2. Описать процесс диагностирования по выбранному параметру в соответствии с нормативными документами.
3. Привести особенности данного метода диагностирования для выбранного оборудования.
4. Сделать выводы о состоянии объекта.

5 ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

1. Системы функционального диагноза;
2. Системы тестового диагноза;
3. Средства диагностики для оценки состояния трубопроводов;
4. Средства диагностики осевых компрессоров;
5. Средства диагностики газотурбинных установок;
6. Основные характеристики сигналов быстропротекающих процессов;
7. Оборудование для определения дефектов материалов;
8. Методы определения спектрального состава сигнала;
9. Возможные состояния объектов диагностики;
10. Глубина поиска неисправности;
11. Требования к измерению абсолютной вибрации;
12. Основные неисправности насосных агрегатов;
13. Основные неисправности электроприводов;
14. Стационарные системы технической диагностики насосно-компрессорного оборудования;
15. Портативные системы технической диагностики насосно-компрессорного оборудования;
16. Системы мониторинга технического состояния технологического оборудования насосных и компрессорных станций;
17. Оборудование для контроля технического состояния линейной части трубопровода;
18. Экспресс методы оценки состояния объекта диагноза;
19. Причины вибрации центробежных насосных агрегатов;
20. Диагностика поршневых насосов и компрессоров.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что подразумевается под мониторингом технологического

оборудования?

2. Что подразумевается под диагностикой технологического оборудования?

3. Что понимается под термином «Техническая диагностика»?

4. Что понимается под термином «Техническое состояние (ТС) объекта»?

5. Что понимается под термином «Техническое диагностирование (ТД)»?

6. Что является объектом ТД (контроля ТС)?

7. Что понимается под термином «Контроль ТС»?

8. Когда проводится техническое диагностирование изделий?

9. Цель и задачи технического диагностирования.

10. Что требуется для осуществления технического диагностирования изделия?

11. Что понимается под термином «Прогнозирование ТС»? Что является целью прогнозирования ТС объекта?

12. Назовите виды технического состояния объекта.

13. Что является критерием отказа?

14. Что понимается под «дефектом», «обнаружением дефекта (неисправности)» «глубиной поиска дефекта (неисправности)»?

15. Что понимается под «диагностическим (контролируемым) параметром»? Виды диагностических (контролируемых) параметров.

16. Что понимается под «системой технического диагностирования (контроля ТС)»? Виды систем технического диагностирования.

17. Какие системы различают в зависимости от вида диагностирования? Для чего они необходимы, чем отличаются друг от друга?

18. Что понимается под «средствами технического диагностирования»?

19. Что понимается под «алгоритмом диагностирования (контроля)»?

20. Какие виды алгоритмов реализует система диагностирования в процессе определения технического состояния объекта?

21. Что понимается под «диагностической моделью»? От чего зависит выбор вида диагностической модели диагностируемого объекта?

22. Какие различают диагностические модели?

23. Что понимается под «диагностическим обеспечением»?

24. К осуществлению каких двух основных этапов сводится сущность всякого контроля?

25. Что понимается под «видом неразрушающего контроля (НК)»? Какие различают виды НК?

26. Что понимается под «методом неразрушающего контроля (НК)»?

27. Что составляет физическую основу методов НК?

28. По каким признакам классифицируют методы НК?
29. Что понимается под «первичным информативным параметром», «первичной информацией»?
30. Что понимается под «дефектоскопией»?
31. Дайте определение термина «Виброакустическая диагностика (ВАД)».
32. В чем заключается сущность ВАД?
33. Что является объектами виброакустического диагностирования?
34. По способу получения диагностической информации к каким видам диагностики относится вибрационная диагностика?
35. Назовите основные задачи ВАД в процессе эксплуатации технологических машин и оборудования.
36. Какие подходы применяются для реализации контроля ТС по виброакустическим характеристикам?
37. Что представляет собой «трендовая характеристика», что она позволяет осуществить?
38. Что является «механическими источниками» возникновения вибрации в работающих роторных машинах? Дайте определение «роторной машины». Приведите примеры роторных машин.
39. Назовите причины возникновения вынуждающих сил (моментов).
40. Какие вынуждающие силы различают по природе их возникновения?
 - а. От чего зависит результат взаимодействия вынуждающих сил, а, следовательно, и отклик механической системы на их воздействие?
41. На чем основан принцип классификации механических систем?
42. Какие различают механические системы?
43. Что называется линейной механической системой?
44. На каких частотах вызывает реакцию линейной системы гармоническое воздействие с частотами ω_1 и ω_2 ?
45. Дайте определение терминам «Параметрические колебания (вибрация)», «Параметрическое возбуждение колебаний (вибрации)».
46. К чему приводит развитие дефекта в параметрической системе?
47. Какие частоты возникают в спектре параметрической системы при изменении передаточной функции по любому сложному, но периодическому закону с основной частотой Ω гармоническое входное воздействие с частотой ω_i ?
48. Что является характерной особенностью нелинейной системы?
49. Назовите основное отличие нелинейной системы от линейной. На каких частотах возникают колебания в нелинейных механических системах?
50. Как можно представить периодический виброакустический сигнал?

51. Каким может быть характер взаимодействия вибрационных процессов (в том числе полезного сигнала и помехи)?
52. Что происходит при мультипликативном взаимодействии сигналов?
53. Виды модуляции вибросигнала. Как изменяется спектр при модуляции вибросигнала?
54. При каких видах изнашивания имеет место модуляция вибросигнала?
55. Что является причиной возбуждения колебаний на частоте вращения ротора (вала)?
56. Как можно обнаружить по спектру вибрации отклонение от соосности валов соединяемых агрегатов?
57. Как можно обнаружить по спектру вибрации ослабление крепления агрегатов к фундаменту?
58. На каких частотах проявляется зазор в подшипнике скольжения?
59. На каких частотах проявляется разрушение масляной пленки в подшипнике скольжения?
60. На какой частоте проявляются турбулентные явления в жидком или газовом смазочном слое подшипников скольжения?
61. Чем может быть вызвана в реальной машине вибрация с удвоенной частотой вращения ротора $2 f_{вр}$?
62. Какой метод обработки вибросигнала наиболее эффективен для диагностики подшипников качения?
63. Если в спектре огибающей вибросигнала присутствуют многочисленные высшие гармоники частоты вращения, то на каком кольце подшипника качения имеют место дефекты?
64. Что является признаком появления дефектов на внутреннем кольце подшипника качения?
65. В чем проявляется усталостное изнашивание трущихся поверхностей? Что является признаком появления данного вида изнашивания?
66. В чем проявляется изнашивание при заедании трущихся поверхностей? Что является признаком появления данного вида изнашивания?
67. Дайте определение термина «Акустическая эмиссия».
68. Назовите виды акустической эмиссии.
69. Какие типы дефектов позволяет обнаружить применение акустико-эмиссионного (АЭ) неразрушающего контроля?
70. Возможности цифровых акустико-эмиссионных систем нового поколения.
71. Назовите преимущества АЭ контроля.

72. Назовите области применения метода АЭ контроля.
73. Недостатки метода АЭ контроля.
74. Состав акустико-эмиссионной системы.
75. Дайте определение термина «Акустический неразрушающий контроль».
76. Что различают в зависимости от поставленных целей и задач, решаемых с помощью акустического неразрушающего контроля?
77. Какие виды преобразователей используют при акустическом НК?
78. На какие группы подразделяются методы акустического неразрушающего контроля?
79. На какие подгруппы подразделяются активные методы акустического неразрушающего контроля?
80. Дайте определение термина «Акустический метод прохождения».
81. Сколько требуется преобразователей для реализации данных методов контроля?
82. Какие методы акустического НК относятся к методам прохождения? В чем они заключаются?
83. Дайте определение термина «Акустический метод отражения». Сколько требуется преобразователей для реализации данных методов контроля?
84. Какие методы акустического НК относятся к методам отражения? В чем они заключаются?
85. Какие методы акустического НК относятся к комбинированным методам? В чем они заключаются?
86. Дайте определение терминам «Упругие (акустические) колебания» и «Упругие (акустические) волны».
87. Какие виды акустического контакта используют для передачи акустической энергии от рабочей поверхности ЭАП к объекту контроля и наоборот?
88. Что входит в состав аппаратуры для ультразвукового неразрушающего контроля?
89. Что называется разверткой или сканом? Назовите виды разверток, применяемых при ультразвуковом НК?
90. Что собой представляет А-скан? Когда целесообразно использовать режим А-скана?
91. Как можно повысить информативность ультразвукового контроля?
92. Что собой представляет В-скан? Чем оснащены ультразвуковые дефектоскопы, индицирующие результаты контроля в виде В-скана?
93. Для чего применяют стандартные образцы? Какие различают стандартные образцы?

94. Назовите основные измеряемые характеристики выявленного дефекта.
95. Назовите условные размеры выявленного дефекта.
96. Что принимают за крайние положения преобразователя при измерении условных размеров ΔH , ΔX , ΔL ?
97. Каким методом определяют условные размеры, а так же эквивалентную площадь дефекта?
98. Дайте определение термина «Радиационный неразрушающий контроль».
99. Какие основные элементы входят в систему технического диагностирования при использовании методов радиационного НК?
100. Какие методы радиационного НК различают по характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом?
101. Какие методы радиационного НК различают по первичному информативному параметру?
102. Какие методы радиационного НК различают по способу получения первичной информации?
103. Дайте определение термина «радиографический метод (радиография)».
104. Какие виды ионизирующих излучений используют в радиационном неразрушающем контроле?
105. Область применения радиографического контроля (рентгеновской дефектоскопии). Для выявления каких дефектов он используется?
106. Что является источником ионизирующих излучений при радиографическом контроле?
107. Назначение негатоскопа при радиографическом контроле.
108. Назначение контрольно-измерительных установок при радиографическом контроле.
109. Назначение рентгенографических кроулеров.
110. Устройство рентгенографического кроулера.
111. Дайте определение термина «Магнитный НК».
112. В каких случаях применяют магнитный вид НК?
113. Какие методы магнитного НК различают по первичному информативному параметру?
114. Что понимается под коэрцитивной силой?
115. Что понимается под коэрцитиметрией?
116. Какие методы магнитного НК различают по способу получения первичной информации?
117. Дайте определение термина «магнитопорошковый метод».

118. Дайте определение термина «феррозондовый метод».
119. Дайте определение термина «магнитное поле рассеяния дефекта».
120. Дайте определение термина «индикаторный рисунок».
121. Что является магнитным индикатором при магнитопорошковом методе контроля?
122. Объекты магнитопорошкового метода контроля. Какие дефекты позволяет обнаруживать данный метод контроля?
123. Необходимое условие применения магнитопорошкового метода контроля.
124. От каких факторов зависят результаты контроля объектов магнитопорошковым методом контроля?
125. Какая аппаратура может быть использована в зависимости от целей и задач контроля, условий проведения работы и других факторов при магнитопорошковом методе контроля объектов?
126. Какие функциональные устройства могут входить в состав магнитопорошковых дефектоскопов в зависимости от их назначения и конструктивного исполнения?
127. Что является основой магнитопорошкового метода НК?
128. Как проводится циркулярное намагничивание контролируемых объектов при магнитопорошковом методе контроля? Какие дефекты при этом выявляются?
129. Как проводится продольное намагничивание контролируемых объектов при магнитопорошковом методе контроля? Какие дефекты при этом выявляются?
130. Для чего применяют контрольные образцы при магнитопорошковом методе контроля?
131. Дайте определение термина «Вихретоковый НК».
132. Дайте определение термина «Вихретоковые токи».
133. Что представляет собой вторичное магнитное поле?
134. От чего зависит распределение вихревых токов в контролируемом объекте?
135. По каким признакам делают вывод о наличии или отсутствии дефектов в контролируемом объекте?
136. От чего зависит эффективность вихретокового НК?
137. Физический принцип вихретокового НК. В чем состоит преимущество вихретокового контроля?
138. Что представляет собой вихретоковый преобразователь?
139. По каким признакам классифицируют вихретоковые преобразователи?

140. Что представляет собой параметрический вихретоковый преобразователь?

141. Что представляет собой трансформаторный вихретоковый преобразователь?

142. Что представляет собой дифференциальный вихретоковый преобразователь?

143. Что представляет собой накладной вихретоковый преобразователь?

144. Что представляет собой проходной вихретоковый преобразователь?

145. Что представляет собой экранный вихретоковый преобразователь?

146. Что представляет собой вихретоковая матрица?

147. Преимущества применения вихретоковых матриц по сравнению с капиллярным и магнитопорошковым методами НК.

148. Что технически позволяет производить используемый массив катушек в вихретоковых матрицах?

6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	1. Задачи, система и типовая программа технической диагностики. 2. Методы вибрационной диагностики	Лекция 1.	Вводная лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором.
		Практическая работа 1.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Практическая работа 2.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Самостоятельная работа	Консультирование и помощь студенту в выборе анализируемого процесса, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, проверка промежуточных результатов работы посредством электронной почты, тестирование

2	3. Оптические методы, визуальный и измерительный контроль. 4. Капиллярный контроль	Лекция 2.	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором, коллективное обсуждение вопросов по материалу лекции
		Практическая работа 3.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Практическая работа 4.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Самостоятельная работа	Консультирование и помощь студенту в выборе анализируемого процесса, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, проверка промежуточных результатов работы посредством электронной почты, тестирование
3	5. Течеискание. 6. Радиационный контроль	Лекция 3.	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором, коллективное обсуждение вопросов по материалу лекции
		Практическая работа 5.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Практическая работа 6.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Самостоятельная работа	Консультирование и помощь студенту в выборе анализируемого процесса, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, проверка промежуточных результатов работы посредством электронной почты, тестирование, подготовка к

			промежуточной аттестации, изучение глоссария
4	7. Магнитный неразрушающий контроль. 8. Вихретоковый, электрический и тепловой вид контроля	Лекция 4.	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором, коллективное обсуждение вопросов по материалу лекции
		Практическая работа 7.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Практическая работа 8.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Самостоятельная работа	Консультирование и помощь студенту в выборе анализируемого процесса, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, проверка промежуточных результатов работы посредством электронной почты, тестирование
5	9. Ультразвуковой неразрушающий контроль. 10. Акустико – эмиссионный метод	Лекция 5.	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором, коллективное обсуждение вопросов по материалу лекции
		Практическая работа 9.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Практическая работа 10.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Самостоятельная работа	Консультирование и помощь студенту в выборе анализируемого процесса, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, проверка промежуточных результатов работы

			посредством электронной почты, тестирование
6		Лекция 6.	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором, коллективное обсуждение вопросов по материалу лекции
		Практическая работа 11.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Практическая работа 12.	Работа с нормативными источниками, работа с материалами регионального характера, защита работ – собеседование, развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач
		Самостоятельная работа	Консультирование и помощь студентам, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, проверка промежуточных результатов работы посредством электронной почты, консультирование по пройденному материалу с преподавателем, подготовка к итоговой аттестации

7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА (МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для текущего контроля могут применяться тесты, соответствующие содержанию тем разделов или доклады презентации по индивидуальным заданиям.

Пример теста для текущего контроля успеваемости студента

1. Первичная диагностика объекта проводится не позднее, чем:

- а) через 2 года после ввода объекта в эксплуатацию;
- б) через 3 года после ввода объекта в эксплуатацию;
- в) через 4 года после ввода объекта в эксплуатацию;
- г) через 6 лет после ввода объекта в эксплуатацию.

2. Дефектом называется:

- а) повреждение трубопровода, выявленное при визуальном осмотре;
- б) каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям;
- в) повреждение трубопровода, выявленное с помощью прибора;
- г) отклонение положения трубопровода от проектного положения.

3. Расслоением называется:

- а) локальное уменьшение проходного сечения трубы в результате механического воздействия, при котором не происходит излома оси нефтепровода;
- б) дефект геометрии, при котором сечение трубы имеет отклонение от круглости, а наибольший и наименьший диаметры находятся во взаимно перпендикулярных направлениях;
- в) чередующиеся поперечные выпуклости и вогнутости стенки трубы, приводящие к излому оси и уменьшению проходного сечения нефтепровода;
- г) несплошность металла стенки трубы.

4. В полости магистральных нефтепроводов могут образовываться и накапливаться:

- а) парафино-смолистые отложения, скопления воды и газа, электроды и другие посторонние предметы;
- б) отложения глины, грунт, песок, камни;
- в) отложения ржавчины;
- г) нефтяные сгустки.

5. Интенсивность образования парафино-смолистых отложений зависит от:

- а) времени года;
- б) в летний период эксплуатации интенсивность образования отложений увеличивается;
- в) физико-химических свойств нефти, температуры потока и гидродинамических условий перекачки;
- г) не зависит ни от чего.

6. Скопления воды образуются при скоростях потока нефти ниже критической (выносной):

- а) 0,8 – 1,0 м/с;
- б) 2,0 м/с;
- в) 3,0 м/с;
- г) 4,0 м/с.

7. Для контроля прохождения очистных устройств по трубопроводу очистные устройства оснащаются:

- а) передатчиками, сигналы от которых улавливаются локаторами;
- б) щетками;
- в) манжетами;

г) сигнальным флажком.

8. Проходное сечение трубопровода для пропуска очистных устройств с полиуретановыми уплотнительными (чистящими) дисками должно быть не менее:

а) 55 % от внешнего диаметра трубы на длине участка нефтепровода, подлежащего очистке;

б) 65 % от внешнего диаметра трубы на длине участка нефтепровода, подлежащего очистке;

в) 85 % от внешнего диаметра трубы на длине участка нефтепровода, подлежащего очистке;

г) 95 % от внешнего диаметра трубы на длине участка нефтепровода, подлежащего очистке.

9. Сколько чистящих дисков имеют очистные устройства типа СКР – 1:

а) пять;

б) четыре;

в) три;

г) два.

10. Износ ведущих дисков не должен быть более:

а) 20 % от их наружного диаметра;

б) 15 % от их наружного диаметра;

в) 10 % от их наружного диаметра;

г) 5 % от их наружного диаметра.

11. Скорость движения очистного устройства в нефтепроводе должна быть не более:

а) 10 м/с;

б) 8 м/с;

в) 5 м/с;

г) 15 м/с.

12. Внеочередная очистка нефтепровода производится при снижении пропускной способности нефтепровода в промежутках между периодическими очистками:

а) на 5 %;

б) на 3 %;

в) на 10 %;

г) на 8 %.

13. Оптимальное расстояние между камерами пуска и приема на нефтепроводе составляет:

а) 250–300 км;

б) 200–250 км;

- в) 150–200 км;
- г) 120–150 км.

14. Профилемер «Калипер» предназначен для:

- а) контроля качества сварных стыков;
- б) первичной очистки нефтепровода;
- в) определения вмятин, гофр, овальностей;
- г) определения степени загрязнения внутренней поверхности трубы.

15. Акустико-эмиссионный контроль проводится для:

- а) выявления развивающихся дефектов сварных соединений и основного металла стенки и днища резервуара;
- б) определения коррозии, расслоений, рисок, включений;
- в) контроля качества сварных стыков;
- г) выявления трещин в металле резервуара.

16. Вибросостояние магистрального насосного агрегата оценивается оценкой «удовлетворительно» при величине среднего квадратичного значения виброскорости:

- а) 4,5 – 7,1 мм/с;
- б) до 4,5 мм/с;
- в) 7,1 – 11,2 мм/с;
- г) свыше 11,2 мм/с.

17. Коэффициент технического состояния по мощности ГПА изменяется в пределах:

- а) 0 – 1,0;
- б) 0,5 – 1,2;
- в) 0,5 – 0,8;
- г) 0,2 – 0,9.

18. Очередная диагностика объекта проводится с периодичностью не более:

- а) 20 лет;
- б) 15 лет;
- в) 10 лет;
- г) 8 лет.

19. Электрическим неразрушающим контролем называется:

- а) вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации изменений параметров электромагнитных волн радиодиапазона, взаимодействующих с контролируемым объектом;
- б) вид неразрушающего контроля, основанный на анализе взаимодействия магнитного поля с контролируемым объектом;
- в) вид неразрушающего контроля, основанный на анализе взаимодействия электромагнитного поля вихретокового преобразователя с

электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в контролируемом объекте;

г) вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации параметров электрического поля, взаимодействующего с контролируемым объектом или возникающего в контролируемом объекте в результате внешнего воздействия.

20. Эффективный диаметр – это:

а) внутренний диаметр простого однониточного нефтепровода, равноценного (эквивалентного) по гидравлической характеристике рассматриваемому сложному нефтепроводу с отложениями;

б) внутренний диаметр многониточного нефтепровода, равноценного (эквивалентного) по гидравлической характеристике рассматриваемому сложному нефтепроводу без отложений;

в) такое значение внутреннего диаметра нефтепровода, которое соответствует фактическим потерям напора и учитывает влияния различных отложений на его гидравлическую характеристику;

г) внутренний диаметр простого однониточного нефтепровода, равноценного (эквивалентного) по гидравлической характеристике рассматриваемому простому нефтепроводу без отложений.

Промежуточный контроль знаний студентов: основные термины и определения (гlossарий)

Автоматизированная система диагностирования (контроля) – система диагностирования (контроля), обеспечивающая проведение диагностирования (контроля) с применением средств автоматизации и участием человека.

Автоматическая система диагностирования (контроля) – система диагностирования (контроля), обеспечивающая проведение диагностирования (контроля) без участия человека.

Акустический неразрушающий контроль – контроль, основанный на применении упругих колебаний, возбуждаемых или возникающих в объекте контроля. Методы, приборы и устройства акустического неразрушающего контроля, использующие ультразвуковой диапазон частот, допускается называть ультразвуковыми.

Объектом контроля могут быть материалы, полуфабрикаты и готовые изделия. Методы акустического контроля основаны на свойстве упругих волн создавать тесные связи с некоторыми свойствами материалов (анизотропией, плотностью, упругостью и др.) Поскольку акустические свойства твердых веществ и воздуха значительно разнятся, становится возможным выявление с помощью акустических методов неразрушающего контроля малейших дефектов, определение качества шлифовки и толщины поверхностей.

Сфера применения акустических методов довольно широка. Идею, связанную с регистрацией и анализом параметров упругих волн используют

ультразвуковые дефектоскопы. Их применение имеет широкую область: все, проводящие акустические волны материалы. Методы контроля делятся на активные и пассивные, в зависимости от характера взаимодействия с контролируемым объектом. В первом случае исследуются волны, которые возникают в самом объекте, в этом случае по шумам работающего устройства можно сказать о его исправности, неисправности и даже определить характер неисправности. К активным методам относятся способы, базирующиеся на измерении интенсивности пропускаемого или отражаемого объектом акустического сигнала.

Акустические методы неразрушающего контроля используются для обнаружения как внутренних, так и поверхностных дефектов (нарушений сплошности, неоднородности структуры, межкристаллитной коррозии, дефектов склейки, пайки, сварки и т.п.). Этот метод дает возможность измерять геометрические параметры, когда доступ к изделию затруднен, а также физико-механические свойства металлов и изделий из них без их разрушения. Методы звукового диапазона (импедансный, свободных колебаний и др.) методы ультразвукового диапазона (эхо-импульсный, резонансный, теневой, эмиссионный, велосиметрический).

Алгоритм диагностирования (контроля) – совокупность предписаний, определяющих последовательность действий при проведении диагностирования (контроля).

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Вибродиагностический метод контроля – метод, базирующийся на анализе вибрации, которая возникает при работе оборудования. Поскольку любая вибрация – это колебания, она представляет собой совокупность различных частот, которые можно изучить, узнать их амплитуды и по этим показателям определить, в каком состоянии находится оборудование. Конечно, всю эту информацию собирают с помощью высокочувствительной аппаратуры. Это один из самых современных методов неразрушающего контроля. Он дает возможность следить за состоянием оборудования, не останавливая работу и не прерывая производственный процесс.

Вибродиагностический метод используют при контроле работы оборудования, имеющего в конструкции подшипники качения, гидрооборудование, колесно-редукторные блоки. С помощью этого метода регулярно производят диагностику цилиндров низкого давления, паровых турбин, «кручения» ригелей фундаментов турбин, статорных систем и т.д.

Этот метод диагностики позволяет проводить вибрационный контроль и мониторинг вращающегося оборудования, осуществлять тестовую диагностику и центровку машин, балансировку машин на месте эксплуатации, диагностику механических передач, электрических машин, выявлять дефекты подшипников скольжения и качения, ременных и зубчатых передач, дефекты компрессоров, насосов и вентиляторов, этому способу диагностики под силу даже обнаружить дефекты смазки.

Вид неразрушающего контроля – группа методов неразрушающего

контроля, объединенных общностью физических явлений, положенных в его основу. Различают следующие виды неразрушающего контроля: магнитный, электрический, вихретоковый, радиоволновой, тепловой, оптический, радиационный, акустический, проникающими веществами, вибродиагностику.

Вихретоковый неразрушающий контроль – контроль, основанный на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в объекте контроля этим полем с частотой до 1 млн. Гц.

Вихретоковый метод служит для контроля объектов, изготовленных из проводников тока. Метод позволяет получить информацию о химическом составе и геометрическом размере изделия, о структуре материала, из которого объект изготовлен, и обнаружить дефекты, залегающие на поверхности или в подповерхностном слое (на глубине 2 – 3 мм). Наиболее часто используемый прибор этого метода – вихретоковый дефектоскоп. Принцип контроля – следующий. Катушка индуктивности возбуждает в объекте контроля вихревые токи. Их регистрирует приемный измеритель, в роли которого выступает та же самая или другая катушка. Интенсивность распределения токов в контролируемом объекте дает возможность судить о размерах изделия, свойствах материала, наличии несплошностей.

Основными методами вихретокового контроля также являются метод *рассеянного излучения*, который построен на регистрации рассеянных волн или частиц, отраженных от дефекта, и *эхо-метод*, или метод отраженного излучения, базирующийся на регистрации отраженных от дефекта поля и волны.

На основе метода вихревых токов разработаны и широко применяются приборы для измерения толщины листов и покрытий, диаметра проволоки и прутков. Этот метод применяется для профилактического контроля лопаток турбин газотурбинных двигателей, сварных и литых узлов элементов конструкций и др.

Вмятина – локальное уменьшение проходного сечения трубы в результате механического воздействия, при котором не происходит излома оси нефтепровода.

Внутренний дефект – см. *Дефект*.

Гофра – чередующиеся поперечные выпуклости и вогнутости стенки трубы, приводящие к излому оси и уменьшению проходного сечения нефтепровода.

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

Дефекты по их расположению подразделяют на *нанаружные* и *внутренние*. Одни дефекты (поверхностные) выявляют визуально при внешнем осмотре, другие можно обнаружить только с помощью инструмента или прибора. Дефект, устранение которого технически возможно и экономически целесообразно, называют *устранимым*; если же устранение дефекта технически невозможно или связано с большими трудовыми затратами, такой дефект считают *неустранимым*.

В зависимости от влияния на эффективность и безопасность использования продукции все дефекты подразделяются на критические, значительные и малозначительные. *Критический* дефект, при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо, так как она не отвечает требованиям безопасности или надежности. *Значительный* дефект, который существенно влияет на использование продукции по назначению и на ее долговечность, но не является критическим. *Малозначительный* дефект, который не влияет существенно на использование продукции по назначению и ее долговечность.

По происхождению дефекты изделий подразделяют на *конструктивные*, являющиеся следствием несовершенства конструкции из-за ошибок конструктора; *производственно-технологические*, возникающие из-за несовершенства или нарушения технологии изготовления изделия при отливке и прокатке металлов, сварке, механической, термической и других видах обработки; *эксплуатационные*, появляющиеся после некоторой наработки изделия в результате усталости металла деталей, коррозии, изнашивания, а также неправильного технического обслуживания и эксплуатации.

Дефект магистрального (технологического) нефтепровода – отклонение геометрического параметра стенки трубы, сварного шва, показателя качества материала трубы, не соответствующее требованиям действующих нормативных документов и возникающее при изготовлении трубы, строительстве или эксплуатации нефтепровода, а также недопустимые конструктивные элементы и соединительные детали, установленные на магистральные и технологические нефтепроводы и обнаруживаемые внутритрубной диагностикой, визуальным или приборным контролем объекта.

Диагностика внеочередная – проводится в следующих случаях: при вводе в эксплуатацию объекта, не эксплуатировавшегося более 3-х лет; в случае возникновения инцидента или аварии, произошедших при нормативных внешних и внутренних нагрузках на нефтепроводах, независимо от срока его эксплуатации, при этом диагностике подлежат только нефтепроводы, на которых произошли инцидент или авария; через 30 лет с момента ввода в эксплуатацию технологических и вспомогательных трубопроводов.

Диагностика – область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов.

Диагностика очередная – диагностика, устанавливаемая по результатам предыдущей, с периодичностью не более 8 лет.

Диагностика первичная – диагностика объекта, проводимая не позднее чем через 2 года после ввода его в эксплуатацию.

Диагностирование – определение технического состояния объекта. Задачами технического диагностирования являются: контроль технического состояния; поиск места и определение причин отказа (неисправности); прогнозирование технического состояния. Диагностирование может быть

рабочим, при котором на объект подаются рабочие воздействия; тестовым, при котором на объект подаются тестовые воздействия и экспресс-диагностированием, когда диагностирование производят по ограниченному числу параметров за заранее установленное время.

Диагностическое обеспечение – комплекс взаимоувязанных правил, методов, алгоритмов и средств, необходимых для осуществления диагностирования на всех этапах жизненного цикла объекта.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Значительный дефект – см. *Дефект*.

Испытательное давление – избыточное давление, которым следует проводить испытание сосуда на прочность в сопровождении акустико-эмиссионного контроля.

Капиллярный неразрушающий контроль – контроль, основанный на проникновении жидких веществ в капилляры на поверхности объекта контроля с целью их выявления.

Метод контроля называют капиллярным, когда речь идет о выявлении малозаметных трещин на поверхности, а при поиске сквозных способов называют «метод течеискания». При применении этого метода дефекты, окрашенные индикаторной жидкостью (пенетрантом), выявляются либо визуально, либо с помощью преобразователей.

Первоначально поверхность контролируемого объекта очищают механическим и/или химическим методом, затем наносят на нее индикаторную жидкость, заполняющую полости дефектов. Излишки пенетранта удаляют. На поверхность наносят проявитель, который выявляет признаки дефектов. Этот метод высокочувствительный, он обеспечивает простоту контроля и наглядность результатов, поэтому его применяют не только для обнаружения, но и для подтверждения дефектов, обнаруженных другими методами – ультразвуковым, магнитным и вихревых токов и другими. Из капиллярных методов наиболее распространены *цветной, люминесцентный, люминесцентно-цветной, фильтрующихся частиц, радиоактивных жидкостей*.

Методы течеискания базируются на регистрации индикаторных жидкостей и газов, которые проникают в сквозные дефекты контролируемого объекта. Широкое применение они нашли для контроля герметичности работающих под давлением сварных сосудов, баллонов, трубопроводов, гидро-, топливо-, масляных систем силовых установок и т.п. Наиболее известные методы течеискания: гидравлическая опрессовка, аммиачно-индикаторный метод, фреоновый, масс-спектрометрический, пузырьковый, с помощью гелиевого и галоидного течеискателей. Течеискание с помощью радиоактивных веществ значительно повлияло на эффективность метода в сторону ее увеличения.

Конструктивный дефект – см. *дефект*.

Контролепригодность – приспособленность объекта к диагностированию, свойство объекта, характеризующее его пригодность к

проведению диагностирования (контроля) заданными средствами диагностирования (контроля).

Контроль проникающими веществами – см. *Капиллярный неразрушающий контроль*.

Контроль состояния – проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и определение на этой основе одного из заданных видов технического состояния в данный момент времени. Видами технического состояния являются, например, исправное, работоспособное, неисправное, неработоспособное и т.п. в зависимости от значений параметров в данный момент времени.

Контроль функционирования – контроль выполнения объектом части или всех свойственных ему функций.

Критический дефект – см. *Дефект*.

Магнитный неразрушающий контроль – контроль, основанный на регистрации магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами, или на определении магнитных свойств объекта контроля. Магнитные методы неразрушающего контроля применяют для выявления дефектов в деталях, изготовленных из ферромагнитных материалов (сталь, чугун), т.е. материалов, которые способны существенно изменять свои магнитные характеристики под воздействием внешнего магнитного поля.

Основные магнитные методы неразрушающего контроля – *магнитопорошковый, феррозондовый, индукционный и магнитографический*. Самый распространенный из способов неразрушающего контроля – *магнитопорошковый*. Он основывается на явлении неоднородности магнитного поля над местом дефекта. Чтобы произвести контроль магнитопорошковым методом, готовят сначала поверхность контролируемого объекта, намагничивают ее и обрабатывают магнитной суспензией. Металлические частицы в неоднородном магнитном поле над повреждением притягиваются друг к другу, образуя цепочные структуры, которые сразу выявляются при осмотре деталей. Форма и амплитуда полей рассеяния отражают размер, параметры и глубину залегания поверхностных трещин, микротрещин, волосовин, флокенов и других дефектов.

Остальные методы имеют схожий принцип, только вместо магнитного порошка в разных случаях для создания и регистрации магнитного поля используется катушка индуктивности (*индукционный метод*), магнитная лента и датчик с магнитной головкой (*магнитографический метод*), феррозондовый датчик, который регистрирует поля рассеивания (*феррозондовый метод*). Магнитографический метод чаще всего используют для контроля сварных соединений. Он дает возможность выявлять трещины, непровары, шлаковые и газовые включения и другие дефекты в сварных швах. Феррозондовый метод используется для обнаружения тех же дефектов, что и магнитопорошковый метод. Он позволяет также определять дефекты на глубине до 20 мм, с его помощью измеряют толщину листов и стенки сосудов, при наличии двухстороннего доступа.

Малозначительный дефект – см. *Дефект*.

Межкристаллическая коррозия – коррозия, распространяющаяся по

границам кристаллов (зерен) металла.

Надежность – свойство объекта (машины в целом или отдельной сборочной единицы) сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность представляет собой совокупность свойств: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.

Наружный дефект – см. *Дефект*.

Неустранимый дефект – см. *Дефект*.

Объект диагностирования (контроля состояния) – изделие и/или его составные части, подлежащие диагностированию (контролю).

Овальность – дефект геометрии, при котором сечение трубы имеет отклонение от круглости, а наибольший и наименьший диаметры находятся во взаимно перпендикулярных направлениях.

Оптический неразрушающий контроль – контроль, основанный на анализе взаимодействия оптического излучения с объектом контроля.

Оптические методы дают возможность обнаруживать пустоты, поры, расслоения, трещины, инородные включения, геометрические отклонения и внутренние напряжения в объектах контроля.

Наружный оптический контроль применяют для обнаружения дефектов практически из любых материалов. Внутренние дефекты с помощью этого метода можно обнаружить только в прозрачных материалах. Также производится контроль диаметров и толщины с помощью оптического способа, базирующегося на явлении дифракции. Шероховатость и сферичность выявляют методы, основанные на явлении интерференции.

Преимущества оптических методов неразрушающего контроля в их простоте, применении несложного оборудования и относительно небольшой трудоемкости. Поэтому они нашли применение на различных стадиях изготовления деталей и элементов конструкций.

Оптические приборы обладают невысокой чувствительностью и достоверностью, поэтому используются только для определения достаточно крупных трещин, коррозионных и эрозионных повреждений, открытых раковин, забоин. Они применяются также для обнаружения течей, загрязнений, наличия посторонних предметов и т.д.

Потеря металла – изменение номинальной толщины стенки трубы, характеризующееся локальным утонением в результате механического или коррозионного повреждения или обусловленное технологией изготовления.

Пробное давление – избыточное давление, которым следует проводить испытание сосуда на прочность.

Прогнозирование технического состояния – определение технического состояния объекта с заданной вероятностью на предстоящий интервал времени. Целью прогнозирования технического состояния может быть определение с заданной вероятностью интервала времени (ресурса), в течение которого сохранится работоспособное (исправное) состояние объекта или вероятности сохранения работоспособного (исправного)

состояния объекта на заданный интервал времени.

Производственно-технологический дефект – см. *Дефект*.

Рабочее давление – избыточное давление, характеризующее эксплуатационные качества сосуда, гарантируемые заводом-изготовителем, или установленное экспертной организацией по результатам обследования его технического состояния при восстановлении технического паспорта и указанное в удостоверении о качестве изготовления сосуда.

Радиационный неразрушающий контроль – контроль, основанный на регистрации и анализе ионизирующего излучения после взаимодействия с контролируемым объектом. В наименовании методов контроля, приборов, характеристик и т.д. слово «радиационный» может быть заменено словом, обозначающим ионизирующее излучение конкретного вида (например, рентгеновский, нейтронный и т.д.).

Чаще всего для контроля используется гамма- и рентгеновское излучение. Работа большинства методов основывается на том, что в местах дефектов возрастает плотность потока излучения. Радиационные методы неразрушающего контроля используют при контроле качества сварных и паяных швов, литья, определения качества сборочных работ, выяснения состояния закрытых полостей агрегатов и т.п. Наиболее распространенные радиационные методы – это *рентгенография, рентгеноскопия и гамма-контроль*.

Радиоволновой неразрушающий контроль – контроль, основанный на анализе взаимодействия электромагнитного излучения радиоволнового диапазона с объектом контроля.

Применяются для контроля диэлектриков, полупроводников, магнитодиэлектриков или тонкостенных объектов из металла – то есть тех объектов, которые изготовлены из материалов, не заглушающих радиоволны. Эти методы применяются для контроля качества и геометрических размеров изделий из стеклопластики и пластмассы, резины, термозащитных и теплоизоляционных материалов, фибры).

Радиоволновые методы неразрушающего контроля разделяют на несколько групп по характеру взаимодействия объекта с волной: *прохождения, отражения и рассеивания*; по параметру, который взят за основу при исследованиях: *фазовые, геометрические, амплитудно-фазовые и поляризационные*. Это весьма перспективные методы, пока не нашедшие должного применения в промышленности. Они дают возможность обнаружить непрочности, расслоения, воздушные включения, трещины, неоднородности по плотности, напряжения, с их помощью можно измерять геометрические размеры и т.п.

Расслоение – несплошность металла стенки трубы.

Расслоение в околошовной зоне – расслоение, примыкающее к сварному шву.

Расслоение с выходом на поверхность (закат, плена прокатная) – расслоение, выходящее на внешнюю или внутреннюю поверхность трубы.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин

возникновения отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Риска (царапина, задир) – потеря металла стенки трубы, происшедшая в результате взаимодействия стенки трубы с твердым телом при взаимном перемещении.

Система диагностирования (контроля) – совокупность средств, объекта и исполнителей, необходимая для проведения диагностирования (контроля) по правилам, установленным в технической документации.

Состояние объекта – состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями параметров, установленных технической документацией на объект.

Средство диагностирования (контроля) – аппаратура и программы, с помощью которых осуществляется диагностирование (контроль).

Стресс-коррозия – возникает под комбинированным влиянием внутреннего давления и коррозионной атаки окружающей среды в сочетании с определенной микроструктурной восприимчивостью соответствующих трубных сталей.

Тепловой неразрушающий контроль – контроль, основанный на регистрации температурных полей, температуры или теплового контраста объекта контроля.

Температурное поле есть следствие происходящих в объекте процессах теплопередачи. Особенности этих процессов зависят от наличия дефектов (как внутренних, так и наружных). Параметр, который дает основную информацию о неблагополучии – разность температур между областями с дефектом и бездефектными областями исследуемого объекта. Температуру измеряют контактным и бесконтактным методом. Помимо измерения температур тепловые методы дают информацию о нарушениях сплошности, дефектах пайки многослойных соединений. Приборы, которые используются при осуществлении контроля – термоиндикаторы, пирометры, инфракрасные микроскопы и радиометры.

Трещина – дефект в виде узкого разрыва металла стенки трубы.

Устранимый дефект – см. *Дефект*.

Эксплуатационный дефект – см. *Дефект*.

Электрический неразрушающий контроль – контроль, основанный на регистрации параметров электрического поля, взаимодействующего с объектом контроля или возникающего в объекте контроля в результате внешнего воздействия. Показатели взаимодействия электрического поля с исследуемым объектом, а также изменения, возникающие в объекте в результате прямого или косвенного внешнего воздействия, постоянно фиксируются и сравниваются с такими исходными характеристиками, как емкость и потенциал.

Для контроля проводниковых материалов используют *эквипотенциальный* метод, контроль проводников и диэлектриков производят с помощью *емкостного* метода, химический состав материала можно определить с помощью *термоэлектрического* метода. Помимо

перечисленных способов электрического неразрушающего контроля существуют методы *электронной эмиссии, электроискровой, электростатического порошка, трибоэлектрический, термоэлектрический.*

Электрические методы неразрушающего контроля дают возможность выявить раковины и другие дефекты в отливках, расслоения в металлических листах, различные дефекты сварных и паяных швов, трещины в металлических изделиях, растрескивания в эмалевых покрытиях и органическом стекле. Помимо этого электрические способы контроля используются для сортировки деталей, измерения толщин пленочных покрытий, проверки химического состава и определения степени термообработки металлических изделий.

Эрозионное разрушение внутренней поверхности трубопровода – повреждения внутренней поверхности стенки трубопровода: представляет собой последовательное разрушение поверхностного слоя стенки под влиянием механического или электромеханического воздействия взвешенных в движущемся потоке твердых частиц, а также частиц жидкости. При преобладании твердых частиц наблюдается механическая эрозия.

Текущий контроль знаний студентов: примерные индивидуальные задания.

Вибрационная диагностика подшипников качения и скольжения в процессе эксплуатации.

Техническое диагностирование центробежных насосов нефтегазовой отрасли.

Техническое диагностирование винтовых насосов нефтегазовой отрасли.

Техническое диагностирование компрессорного оборудования нефтегазовой отрасли.

Техническое диагностирование компрессорного оборудования нефтегазовой отрасли.

Техническое диагностирование теплообменных аппаратов нефтегазовой отрасли.

Техническое диагностирование вертикальных стальных резервуаров нефтегазовой отрасли.

Техническое диагностирование сосудов, работающих под давлением.

Техническое диагностирование магистральных трубопроводов в процессе эксплуатации.

Техническое диагностирование магистральных трубопроводов при их строительстве.

Внутритрубная диагностика магистральных трубопроводов.

Коррозионный мониторинг оборудования нефтегазовой отрасли.

Стресс коррозийный мониторинг магистральных газопроводов.

Техническое диагностирование колонных аппаратов нефтегазовой отрасли.

Техническое диагностирование объектов хранения нефти и газа.

Техническое диагностирование оборудования площадок

компрессорных станций (включая подключающие шлейфы).

Техническое диагностирование технологических трубопроводов оборудования подземных хранилищ газа.

Техническое диагностирование технологических трубопроводов нефтеперерабатывающих заводов».

Техническое диагностирование подземных и надземных объектов сбора и подготовки к транспортированию нефти газа.

Техническое диагностирование оборудование площадок компрессорных станций магистральных газопроводов.

При выполнении индивидуального задания необходимо рассмотреть и проанализировать следующие вопросы:

- 1) Назначение диагностируемого оборудования, условия эксплуатации.
- 2) Дефекты, возникающие при изготовлении и эксплуатации оборудования; анализ причин их появления.
- 3) Выбор методов неразрушающего контроля (НК) объекта или его элементов. Сравнительный анализ методов НК по выявляемости дефектов.
- 4) Выбор и сравнительный анализ (по достоверности выявляемости дефектов) средств диагностирования.
- 5) Выбор программного обеспечения для анализа результатов диагностирования.
- 6) Выбор и обоснование выбора методов обработки результатов контроля, например, методов обработки вибросигнала.
- 7) Разработка алгоритма диагностирования (контроля технического состояния).

Контрольные вопросы для проведения итоговой аттестации (зачета):

1. Количественные методы в технической диагностике сложных систем.
2. Статистическая оценка технического состояния.
3. Дефекты различных машин и трубопроводов, диагностические параметры и их свойства.
4. Модели диагностических сигналов и методы выделения полезной информации.
5. Параметрическая диагностика газонефтеперекачивающих агрегатов.
6. Вибрационная диагностика роторных машин.
7. Модели и анализ диагностических сигналов.
8. Техническая диагностика линейной части магистральных трубопроводов.
9. Диагностика газонефтехранилищ.
10. Системы эксплуатации с использованием технической диагностики.
11. Состояние и перспективы повышения надежности нефте и газотранспортного оборудования.
12. Методические основы диагностики оборудования.

13. Задачи диагностирования газотранспортного оборудования и пути их решения.
14. Перспективы развития диагностики оборудования.
15. Нормативная база диагностирования газотранспортного оборудования.
16. Организация проведения диагностирования газотранспортного оборудования.
17. Современная диагностическая аппаратура и выбор метода технического диагностирования оборудования.
18. Диагностическое состояние перекачивающих агрегатов с использованием волоконно-оптического эндоскопа ЭТПГ-1,5.
19. Проблема совершенствования, основные направления и реконструкции, технического перевооружения ГГПА на КС газопроводов.
20. Контроль за работой ГГПА.
21. Техническая диагностика.
22. Классификация, виды и методы.
23. Параметрическая диагностика.
24. Система инспекции и ремонта ГГПА Техническое обслуживание агрегатов.
25. Вибрация, вибрационный контроль.
26. Уравновешивание агрегатов.
27. Трубопроводы, коммуникации, оборудование и их защитные покрытия.
28. Новые методы защиты. Основные принципы электрохимической защиты.
29. Организация противокоррозионной защиты подземных сооружений.
30. Эксплуатация и ремонт системы комплексной защиты газопроводов от коррозии.
31. Техника измерений при защите от коррозии.
32. Техническое обслуживание и ремонт запорной арматуры.
33. Диагностика.
34. Организация технического обслуживания и ремонта газового хозяйства.
35. Наружные газопроводы и сооружения.
36. Газораспределительные пункты, газорегуляторные установки.
37. Внутренние газопроводы, газоиспользующие установки.
38. Эксплуатация и ремонт газового оборудования.
39. Материалы и оборудование, применяемые в газовом хозяйстве.
40. Техническая, пожарная, экологическая и санитарная безопасность газового хозяйства.
41. Эксплуатация ГРС и газопроводов отводов.
42. Ремонт ГРС и газопроводов отводов.
43. Вопросы диагностики оборудования ГРС.
44. Защита оборудования ГРС и г/п отводов от коррозии.

45. Организация системы технического обслуживания и метрологического обеспечения средств измерений, используемых на ГРС.
46. Технологические процессы при транспорте газа и основные параметры их контроля.
47. Преобразователи температуры, давления, перепада давления.
48. Приборы измерения уровня жидкостей и учета расхода газа.
49. Правовые вопросы организации поверки, калибровки и ремонта средств измерений.
50. Основы импульсной, цифровой техники.
51. Материаловедение. Стали их квалификация и маркировка. Трубы, используемые при строительстве и капитальном ремонте МГ.
52. Современные технологии сварки. Сварка в среде защитных газов.
53. Диагностика и контроль качества сварных соединений.
54. Техническая диагностика трубопроводов: методы, оборудование, технология обследования, обработка результатов для принятия решений о ремонте.
55. Планирование вывода трубопровода в ремонт и на реконструкцию. Оценка надежности остаточного ресурса трубопроводов.
56. Аварийность магистральных трубопроводов и распределительных газовых сетей.
57. Расследование аварий. Оценка последствий аварий. Вопросы экологии.
58. Технологии капитального ремонта линейной части магистральных газопроводов.
59. Основные принципы формирования и развития диагностирования в отрасли.
60. Ресурсосбережение при эксплуатации компрессорных станций.
61. Ремонт и техническое обслуживание оборудования.
62. Техническая диагностика.
63. Метод неразрушающего контроля. Сущность методов твердометрии, магнитопорошковой дефектоскопии материалов, металлографии и др.
64. Программно-аппаратные средства и системы технического диагностирования.
65. Техническая диагностика аппаратов и сосудов, работающих под давлением.
66. Диагностика запорной арматуры.
67. Оценка работоспособности оборудования.
68. Современные приборы и средства технического диагностирования.
69. Конструктивная и функциональная надёжность.
70. Автоматизированные системы диагностики.

Примечания: В приведенные контрольные вопросы могут быть внесены некоторые изменения, при условии, что они не будут противоречить содержанию дисциплины.

8 СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Форма контроля	За одну работу		Всего
	Миним. баллов	Макс. баллов	
Текущий контроль:			
<i>подготовка к лекционным занятиям</i>	<i>0,5 балла</i>	<i>1 балл</i>	<i>12 баллов</i>
<i>выполнение и защита практических работ</i>	<i>1 балл</i>	<i>3 баллов</i>	<i>36 баллов</i>
<i>промежуточная аттестация (тестирование с собеседованием по итогам теста)</i>	<i>0,5 балла</i>	<i>4 баллов</i>	<i>4 балла</i>
Итоговая аттестация	<i>1 балл</i>	<i>48</i>	<i>48 баллов</i>
Итого за семестр (зачет по дисциплине)	52	100	100 баллов

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Основная литература

Рачков М.Ю. Технические измерения и диагностика оборудования [Электронный ресурс]: учебник/ Рачков М.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Ай Пи Ар Медиа, 2023.— 301 с.— Режим доступа: <https://ipr-smart.ru/124292>.

Диагностика трубопроводов : учебное пособие / составители С. Н. Кузнецов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 77 с. — ISBN 978-5-4497-1108-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108293.html>

Верещагина, И. В. Диагностика объектов транспорта и хранения нефти и газа : лабораторный практикум / И. В. Верещагина, С. А. Гулина, Г. М. Орлова. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 76 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111757.html>

Основы диагностики технических устройств и сооружений / Г. А. Бигус, Ю. Ф. Даниев, Н. А. Быстрова, Д. И. Галкин. — 2-е изд. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 446 с. — ISBN 978-5-7038-4804-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94048.html>

Левин В.Е. Вибродиагностика машин и механизмов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Е. Левин, Л.Н. Патрикеев. – Электрон.текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 108 с. – 978-5-7782-1433-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45363.html>.

Богданов Е.А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования: учеб.пособие. – М., 2006. – 279с. ил.: Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/271429>; https://www.studmed.ru/bogdanov-ea-osnovy-tehnicheskoy-diagnostiki_ccdb563aa61.html.

9.2 Дополнительная литература

Нестерук Д.А. Тепловой контроль и диагностика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.А. Нестерук, В.П. Вавилов. – Электрон.текстовые данные. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 112 с. – 978-5-98298-688-7. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34724.htm>.

Белоусов А.П. Оптическая диагностика многофазных потоков [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Белоусов. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 227 с. — 978-5-7782-1696-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45126.html>.

Григорьев, Е. И. Радиационный контроль в нефтегазовом комплексе : учебное пособие / Е. И. Григорьев, С. Г. Кондратенко. – М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – 33 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/44295.html>.

Гулькина, Т. А. Эксплуатация магистральных газопроводов и газохранилищ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Гулькина, М. Д. Полтавская. – Электрон.текстовые данные. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. – 206 с. // IPRbooks : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63158.html>.

Зацепин, А.Ф. Современные компьютерные дефектоскопы для ультразвуковых исследований и неразрушающего контроля [Электронный ресурс] : учебно -методическое пособие / А. Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков. – Электрон. текстовые данные. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2016. – 120 с. // IPRbooks : электронно -библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68295.html>.

Зацепин, А. Ф. Акустический контроль [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Ф. Зацепин. – Электрон.текстовые данные. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2016. – 212 с. // IPRbooks: электронно -библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68219.html>.

Калентьев, В. К. Основы промышленной радиографии [Электронный ресурс] : монография / В. К. Калентьев [и др.]. – Электрон.текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. – 226 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62526.html>.

Коршак А. А. Диагностика объектов нефтеперекачивающих станций: учебное пособие / А. А. Коршак, Л. Р.Байкова. – Уфа: Дизайн ПолиграфСервис, 2008. – 171 с.– Режим доступа: https://www.studmed.ru/korshak-aa-diagnostika-obektov-nefteperekachivayuschih-stanciy_f365ebbcea0.html

Мигун, Н. П. Тепловые воздействия при капиллярном неразрушающем контроле [Электронный ресурс] : монография / Н. П. Мигун, А. Б. Гнусин. – Электрон.текстовые данные. – Минск: Белорусская наука, 2011. – 131 с. // IPR books. : электронно - библиотечная система – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10100.html>.

Мищенко, С. В. Физические основы технических измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Мищенко, Д. М. Мордасов, М. М. Мордасов. – Электрон.текстовые данные. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. – 176 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64612.html>.

Неразрушающий контроль и диагностика : Справочник / Под ред. В. В. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2005; 2003. – 656с.– Режим доступа: https://www.studmed.ru/klyuev-vv-nerazrushayuschiy-kontrol-i-dagnostika-spravochnik_287e4373eaa.html.

Неразрушающий контроль качества. Лабораторный практикум. Часть VI [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Е. Гордиенко [и др.]. – Электрон.текстовые данные. – СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 104 с. // IPRbooks.: электронно - библиотечная система – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19338.html>.

Пояркова Е.В. Диагностика повреждений металлических материалов и конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Пояркова, С.Н. Горелов. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 202 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33627.html>.

Сашина, Л. А. Радиационный неразрушающий контроль [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. А. Сашина. – Электрон.текстовые данные. – М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2012. – 124 с. // IPRbooks.: электронно - библиотечная система – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44296.htm>.

Числов, Н. Н. Введение в радиационный контроль: учебное пособие / Н. Н. Числов, Д. Н. Числов. – Томск: Томский политехнический университет, 2014. – 199 с. // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/34653.html>.

9.3. Периодические издания

Контроль. Диагностика: Журнал Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике. М.: ОО «РОНКТД» <http://www.td-j.ru/index.php/archive>.

Онлайн-журнал «Сибирская нефть». Режим доступа:<https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online>.

Научно-технический журнал «Геология нефти и газа». Режим доступа:<https://www.oilandgasgeology.ru>.

Аналитический журнал «Нефтегазовая Вертикаль». Режим доступа: <http://ngv.ru>

Информационно-аналитический бюллетень «Вестник ТЭК». Режим доступа: <https://media.lawtek.ru/media/vestnik>

Научно-технический и производственный журнал «Газовая Промышленность». Режим доступа: <http://neftegas.info/gasindustry>

Научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство». Режим доступа: <http://www.oil-industry.ru>

Научно-технический журнал «Мир нефтепродуктов. Вестник Нефтяных Компаний». Режим доступа: <http://neftemir.ru>

Журнал «Нефть России». Режим доступа: <http://www.oilru.com>

Журнал «Экономика и ТЭК сегодня». Режим доступа: <http://www.rusoil.ru>

Журнал «Oil & Gas Journal Russia». Режим доступа: <http://ogjussia.com>

Научно-технический журнал «Геология нефти и газа». Режим доступа: <http://www.geoinform.ru>

Аналитический журнал «Нефть и Капитал». Режим доступа: <http://www.oilcapital.ru>

Журнала Gasworld.ru. Режим доступа: <http://www.gasworld.ru>

Деловой журнал Neftegaz.RU. Режим доступа: <http://www.neftegaz.ru>

Информационно-аналитический журнал «Нефть, газ и бизнес». Режим доступа: <http://ngb.gubkin.ru>

Научно-технический журнал «Нефть. Газ. Новации». Режим доступа: <http://neft-gaz-novacii.ru/ru>. Архив журналов «Нефть. Газ. Новации» научно-технический журнал. Режим доступа: <http://neft-gaz-novacii.ru/ru/archive>

Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». Режим доступа: <http://www.ogbus.ru>

Журнал «Нефть и газ Евразия». Режим доступа: <https://www.oilandgaseurasia.com/ru>. Архив журнала «Нефть и газ Евразия» Режим доступа: https://www.oilandgaseurasia.com/ru/oge_pdf_archive

Журнал «Бурение и нефть». Режим доступа: <http://burneft.ru/archive/issues>

Журнал «Нефтегазовые технологии». Режим доступа: <http://ogt.promzone.ru>

Научно-технический журнал «Технологии нефти и газа». Режим доступа: <http://www.nitu.ru>

Журнал «Инженерная Практика». Режим доступа: <http://glavteh.ru/mag>

Журнал «Территория НЕФТЕГАЗ». Режим доступа: <http://www.neftegas.info/neftegas.html>

Журнал «Нефтесервис». Режим доступа: <http://www.indpg.ru/oilfieldservice>

Отраслевой информационно-технический журнал «Сфера нефть и газ». Режим доступа: <http://www.s-ng.ru/magazin/0>

Научно-технический журнал «Экспозиция нефть и газ». Режим доступа: <http://runeft.ru/archive>

Научно-технический и производственный «Журнал нефтегазового строительства». Режим доступа: <http://mag.npngs.ru>

Журнал «Нефтегаз International». Режим доступа:
<http://neftegazint.ru/node/10>

Журнал «ROGTEC» Russian Oil & Gas Technologies. Режим доступа:
<http://www.rogtecmagazine.com/about-us-russian.php>

Журнал «Нефтегазовая геология. Теория и практика». Режим доступа:
<http://www.ngtp.ru/jornal.html>

9.4. Программное обеспечение

1. Windows 10 Pro
2. WinRAR
3. Microsoft Office Professional Plus 2013
4. Microsoft Office Professional Plus 2016
5. Microsoft Visio Professional 2016
6. Visual Studio Professional 2015
7. Adobe Acrobat Pro DC
8. ABBYY FineReader 12
9. ABBYY PDF Transformer+
10. ABBYY FlexiCapture 11
11. Программное обеспечение «interTESS»
12. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», версия «эксперт»
13. ПО Kaspersky Endpoint Security
14. «Антиплагиат. ВУЗ» (интернет - версия)
15. «Антиплагиат- интернет»

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>);
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>);
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru>);
4. Электронно-библиотечная система BIBLIO-ONLINE.RU (<https://www.biblio-online.ru>);
5. Электронно-библиотечная система IPRBOOKS (<http://www.iprbookshop.ru>).
6. Сайт Petrolibrary.ru. Книги и статьи посвящены геологии, бурению скважин, разработке месторождений, добыче и транспорту нефти и газа, технологиям нефтегазовой отрасли.
7. Основным зарубежным источником информации по курсу являются статьи и ресурсы Общества инженеров-нефтяников (SPE) - <https://www.spe.org/en/> (JPT, Oil and gas facilities и др).
8. Библиотека <https://www.onepetro.org/> (доступ к библиотеке студентов и членство в SPE бесплатное).

9. Бесплатная библиотека технической литературы «Нефть и газ – избранное». Режим доступа: <http://nglib-free.ru>.

10. Ресурс studmed.ru является общедоступным для всех пользователей. Здесь находятся книги, статьи, конспекты лекций, методические пособия и указания и многое другое, посвященные информации по различным разделам нефтегазовой отрасли.

9.6. Нормативные документы

«Правила применения технических устройств на опасных производственных объектах» (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 25.12.98 № 1540).

ГОСТ 18322-2016 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения». – М.: Стандартинформ, 2013. – 14 с.

ГОСТ 20911-89 «Техническая диагностика. Термины и определения». Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2009. – 11 с.

ГОСТ 23829-85 «Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения». Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 1986. – 18 с.

ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения». – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 26 с.

ГОСТ 24521-80 «Контроль неразрушающий оптический. Термины и определения». Официальное издание. Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 6 с.

ГОСТ 24522-80 «Контроль неразрушающий капиллярный. Термины и определения». Официальное издание. Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 12 с.

ГОСТ 25313-82 «Контроль неразрушающий радиоволновой. Термины и определения». Официальное издание. Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 7 с.

ГОСТ 25315-82 «Контроль неразрушающий электрический. Термины и определения». Официальное издание. Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 3 с.

ГОСТ 27518-87 «Диагностирование изделий. Общие требования». – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 5 с.

ГОСТ ИСО 10816-1-97 «Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на не вращающихся частях. Общие требования. – М.: Госстандарт России: Издательство стандартов, 1998. – 18 с.

ГОСТ Р 52545.1-2006 (ИСО 15242-1:2004) «Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 1. Основные положения». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 20 с.

ГОСТ Р 52545.2-2012 (ИСО 15242-2:2004) «Подшипники качения. Методы измерения вибрации. Часть 2. Радиальные и радиально-упорные шариковые подшипники». – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.

ГОСТ Р 53563-2009 «Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Порядок организации». – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.

ГОСТ Р 53698-2009 «Контроль неразрушающий. Методы тепловые.

Термины и определения». Официальное издание. – М.: Стандартиформ, 2019. – 12 с.

ГОСТ Р 55611-2013 «Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения». Официальное издание. – М.: Стандартиформ, 2019. – 16 с.

ГОСТ Р 55612-2013 «Контроль неразрушающий магнитный. Термины и определения». Официальное издание. – М.: Стандартиформ, 2014. – 8 с.

ГОСТ Р 55724-2013 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые». – М.: Стандартиформ, 2014. – 27 с.

ГОСТ Р 55776-2013 «Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения». Официальное издание. – М.: Стандартиформ, 2015. – 16 с.

ГОСТ Р 56512-2015 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы». – М.: Стандартиформ, 2016. – 60 с.

ГОСТ Р 56542-2015 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов». Официальное издание. – М.: Стандартиформ, 2016. – 15 с.

ГОСТ Р ИСО 12718-2009 «Контроль неразрушающий. Контроль вихретоковый. Термины и определения». – М.: Стандартиформ, 2011. – 40 с.

ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009 «Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 1. Общие методы». – М.: Стандартиформ, 2010. – 47 с.

ГОСТ Р ИСО 13373-2-2009 «Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 2. Обработка, анализ и представление результатов измерений вибрации». – М.: Стандартиформ, 2010. – 36 с.

ГОСТ Р ИСО 13373-3-2016 «Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 3. Руководство по диагностированию по параметрам вибрации». – М.: Стандартиформ, 2017. – 40 с.

Правила Госгортехнадзор России ПБ 03-372-00 «Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля». – М.: Закрытое акционерное общество «Научно – технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2009. – 84 с.

РД 03-421-01 «Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов». Утверждено Постановлением Госгортехнадзора РФ от 06.09.2001 № 39. – 65 с.

РД 08.00-60.30.00-КТН-016-1-05 «Руководство по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и сооружений нефтеперекачивающих станций». – М.: ОАО АК «ТРАНСНЕФТЬ», 2005. – 41 с.

РД 153-39.4Р-124-02 «Положение о порядке проведения технического освидетельствования и продления срока службы технологического оборудования НПС МН». – М.: ОАО АК «ТРАНСНЕФТЬ», 2002.

РД 19.100.00-КТН-545-06 «Ультразвуковой контроль стенки и сварных соединений при эксплуатации и ремонте вертикальных стальных резервуаров». – М.: ОАО АК «ТРАНСНЕФТЬ», 2006.

РД 26.260.004-91 Прогнозирование остаточного ресурса оборудования по измерению параметров его технического состояния при эксплуатации : методические указания.

СДОС-01-2008 «Методические рекомендации о порядке проведения радиационного контроля технических устройств и сооружений, применяемых эксплуатируемых на опасных производственных объектах». – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2008. – 104 с.

СТО 0030-2004 (02494680, 01400285, 01411411, 40427814) «Резервуары вертикальные стальные для нефти и нефтепродуктов. Правила технического диагностирования, ремонта и реконструкции». – М.: 2004. – 71 с.

СТО Газпром 2-2.3-095-2007 «Методические указания по диагностическому обследованию линейной части магистральных газопроводов». – М.: ОАО «Газпром», 2007.

СТО Газпром 2-2.3-491-2010 «Техническое диагностирование сосудов, работающих под давлением на объектах ОАО «Газпром». – М.: ОАО «Газпром», 2010. – 167 с.

СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных трубопроводов». – М.: ОАО «Газпром», 2006.

СТО Газпром РД 1.10-098-2004 «Методика проведения комплексного диагностирования трубопроводов и обвязок технологического оборудования газораспределительных станций магистральных газопроводов». – 2004.

10 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

– письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

– экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

– письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

– экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподаватель должен иметь возможность легко управлять оборудованием аудитории, что позволит проводить лекции, практические и лабораторные занятия, презентации, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также должна быть оснащена доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование должно иметь соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Технические средства обеспечения дисциплины для проведения аудиторных занятий:

- интерактивная доска с лицензионным программным обеспечением и мультимедиапроектором;
- маркерная доска;
- учебные материалы (учебные фильмы, презентации);
- акустическая система;
- средства управления оборудованием.

Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Аудитория для лекционных занятий, аудитория для проведения практических занятий и аудитория для самостоятельной работы.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья, а также техническими средствами передачи информации из имеющихся неадаптированных ресурсов.

Материально – техническое обеспечение должно отвечать не только общим требованиям, определенным в федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования по направлению подготовки (специальности), но и особым образовательным потребностям каждой категории обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.

Учебные аудитории оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения для обучающихся с различными видами ограничений здоровья (по 1 – 2 места).

Оборудование специальных учебных мест предполагает увеличение зоны на одно место с учетом подъезда и разворота кресла-коляски, увеличения ширины прохода между рядами столов. В стандартной аудитории первые столы в ряду у окна и в среднем ряду предусмотрены для обучаемых с нарушениями зрения и слуха, а для обучаемых, передвигающихся в кресле-коляске, - выделены 1 – 2 первых стола в ряду у дверного проема. В специальной аудитории оборудованы места для самостоятельной работы, консультационной и индивидуальной работы с преподавателем с соответствующим техническим оборудованием по каждому виду нарушений здоровья с доступом к локальной сети Университета, Интернету и электронным библиотечным системам.

В аудиториях, где обучаются студенты с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды, предусмотрены места для обучающихся с учетом ограничений их здоровья. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой (акустический усилитель и колонки), видеотехникой (мультимедийный проектор, телевизор), мультимедийной системой, интерактивной и сенсорной досками. Обучение лиц с нарушениями слуха предполагает использование мультимедийных средств и других технических средств для приема-передачи учебной информации в доступных формах, комплекта электроакустического и звукоусиливающего оборудования с комбинированными элементами проводных и беспроводных систем на базе профессиональных усилителей.

Для слабовидящих обучающихся в лекционных и учебных аудиториях предусмотрена возможность просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. Обучение лиц с нарушениями зрения предполагает использование брайлевского дисплея и брайлеровского принтера, электронных луп, программ не визуального доступа к информации, программ - синтезаторов речи и других технических средств для приема-передачи учебной информации в доступных формах.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата в лекционных и учебных аудиториях предусмотрены передвижные, регулируемые эргономические парты с источником питания для индивидуальных технических средств, специальные клавиатуры (с увеличенным размером клавиш, со специальной накладкой, ограничивающей случайное нажатие соседних клавиш, сенсорные, использование голосовой

команды); специальные мыши (джойстики, роллеры); выносные кнопки;увеличенные в размерах ручки и специальные наклейки к ним, позволяющие удерживать ручку и манипулировать ею с минимальными усилиями; утяжеленные (с дополнительным грузом) ручки, снижающие проявления тремора при письме; устройства обмена графической информацией, специальное программное обеспечение, позволяющее использовать сокращения, дописывать слова и фразы, исходя из начальных букв и грамматической формы предыдущих слов.

Перечень необходимого оборудования:

- персональные компьютеры с доступом в Интернет;
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы имеются в библиотечной системе IPRbooks (крупный шрифт и аудиофайлы);
- многофункциональный интерактивный дисплей Flipbox 3.0.65", UHD;
- видеоувеличитель Optelec Compact Mini World;
- дисплей Брайля ALVA USB BC 640.