

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
профессор **К.В.Гоголинский**

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности доцент **Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ДИАГНОСТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	12.04.01 Приборостроение
<b>Направленность (профиль):</b>	Приборы и системы горного и технического надзора и контроля
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	д.т.н., проф. Носов В.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Диагностика промышленного оборудования»**  
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «12.04.01 Приборостроение», утвержденного приказом Минобрнауки России от 22 сентября 2017 г. № 957

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «12.04.01 Приборостроение» направленность (профиль) «Приборы и системы горного и технического надзора и контроля»

Составитель: \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор В.В. Носов

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством от 01.02.2023 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор К.В. Гоголинский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «**Диагностика промышленного оборудования**» является способствование освоению студентами знаний об общих вопросах диагностики промышленного оборудования, овладение знаниями по контролю качества и диагностики состояния машин, машиностроительных деталей, конструкций, узлов и промышленного оборудования.

Задачи изучения дисциплины являются освоение:

- навыков организации и проведения контроля и диагностирования;
- навыков обработки информации, регистрируемой различными методами контроля, по определению показателей надёжности и ресурса машин и оборудования;
- навыков оформления документации по результатам контроля и диагностирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

В соответствии с учебным планом, дисциплина «Диагностика промышленного оборудования» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», формируемой участниками образовательного процесса, направленность (профиль) «Приборы и системы горного и технического надзора и контроля» и изучается в 3 семестре. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Диагностика промышленного оборудования» являются «Методы и средства обеспечения безопасности в горно-добывающей промышленности», «Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий», «Надёжность технических систем».

Дисциплина «Диагностика промышленного оборудования» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Мониторинг состояния и техническая диагностика объектов энергетики», «Мониторинг состояния и техническая диагностика трубопроводов», «Мониторинг состояния и техническая диагностика объектов горнодобывающей промышленности».

Особенностью дисциплины «Диагностика промышленного оборудования» является её направленность на получение сведений, обеспечивающих повышение надёжности и безопасность эксплуатации технических объектов. Особенностью преподавания дисциплины «Диагностика промышленного оборудования» в рамках основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», направленность (профиль) «Приборы и системы горного и технического надзора и контроля» в Горном университете является более глубокое рассмотрение вопросов информационно-методического обеспечения диагностирования. Это достигается использованием спецлабораторий, применением определенных программных комплексов, использование потенциала Горного музея, что позволяет повысить уровень освоения изучаемых компетенций.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Диагностика промышленного оборудования» направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компе- тенции</b>	
Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2	УК-2.1. Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
Готовность к разработке функциональных и структурных схем приборов и систем с определением их физических принципов действия, структур и установления технических требований на отдельные блоки и элементы	ПКС-2	ПКС-2.1. Знает физические принципы действия и алгоритмы реализации схем приборов и систем
Способностью к проектированию, разработке и внедрению технологических процессов и режимов производства, контролю качества приборов, систем и их элементов	ПКС-3	ПКС-3.1. Знает нормы ЕСКД, технологии приборостроительного производства, порядок контроля качества

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 4зачетные единицы, 144ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	27	27
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)		
Расчетно-графическая работа (РГР)		
Реферат	14	14
Подготовка к практическим занятиям	17	17
Подготовка к лабораторным занятиям	16	16
Подготовка к экзамену	10	10
<b>Контроль</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация–Э</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий					
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,	Контроль
Раздел 1. Общие вопросы разработки и применения средств неразрушающего контроля и диагностики	28	2	6		11	9
Раздел 2. Функциональные показатели диагностических систем	27	2	6		10	9
Раздел 3. Методы контроля и технического диагностирования	27	2	6		10	9
Раздел 4. Диагностика состояния промышленных объектов	62	2	9	16	26	9
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>57</b>	<b>36</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Общие вопросы разработки и применения средств неразрушающего контроля и диагностики	Основные понятия диагностирования Классификация методов, параметров и систем диагностирования. Техническая диагностика как основа повышения надёжности машин и оборудования. Принципы прогнозирования остаточного ресурса	2
2	Раздел 2. Функциональные показатели диагностических систем	Оценка эффективности диагностирования Метрологическое обеспечение диагностирования. Принципы разработки систем диагностирования	2
3	Раздел 3. Методы контроля и технического диагностирования	Система неразрушающего контроля и стандартизация методов. Акустические методы контроля и диагностики. Метод акустической эмиссии как основной метод технического диагностирования. Общие сведения. Модели источников и информативные параметры акустической эмиссии при разрушении гетерогенных материалов. Многоуровневая модель потока импульсов акустической эмиссии, регистрируемой при разрушении гетерогенных материалов	2
4	Раздел 4. Диагностика состояния технических объектов	Диагностика сосудов давления. Диагностирование трубопроводов. Оценка ресурса металлоконструкций подъёмно-транспортных Машин. Диагностика подшипниковых узлов. Диагностика объектов в процессе производства	2
<b>Итого:</b>			8

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Элементы теории надёжности	6
2	Раздел 2	Оценка достоверности диагностирования	6
3	Раздел 3	Принципы и механические средства измерений Ультразвуковая диагностика Ультразвуковая дефектоскопия и толщинометрия Явление акустической эмиссии и его использование в целях диагностирования Измерительная акустико-эмиссионная система и методика АЭ-диагностирования Расчёт температурных преобразователей и чувствительности капиллярного контроля	6
	Раздел 4	Остаточный ресурс технического объекта и принципы его прогнозирования Диагностика состояния сварных соединений металлоконструкций Диагностика сосудов давления Диагностирование трубопроводов	9

		Оценка ресурса металлоконструкций подъемно-транспортных машин Диагностика подшипниковых узлов Диагностика объектов в процессе производства Диагностирование трубопроводов	
<b>Итого:</b>			<b>27</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
	Раздел 4	Диагностика состояния сварных соединений металлоконструкций Диагностика сосудов давления Диагностирование трубопроводов Оценка ресурса металлоконструкций подъемно-транспортных машин Диагностика подшипниковых узлов Диагностика объектов в процессе производства Диагностирование трубопроводов	16
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

*Курсовые работы (проекты) не предусмотрены*

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне *зачета* является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

## **Раздел 1. Общие вопросы разработки и применения средств неразрушающего контроля и диагностики**

1. Назначение систем технической диагностики машин и её информационно-статистические показатели.
2. Определение контроля, прогнозирования и диагностирования. Классификация методов и параметров диагностирования.
3. Прямые и обратные задачи диагностики.
4. Методы программного и аппаратного обеспечения диагностирования
5. Метрологическое обеспечение диагностирования.

## **Раздел 2. Приборы, системы и средства измерений, контроля и диагностики**

1. Классификация приборов контроля и диагностики.
2. Виды диагностических систем, преобразователей, усилителей, средств отображения информации.
3. Основы их проектирования и оптимального подбора оборудования.
4. Нормы, методы поверки и метрологического анализа оборудования.
5. Оценка эффективности диагностирования.

## **Раздел 3. Методы контроля и технического диагностирования**

1. Виды и методы контроля, диагностирования и обработки их результатов.
2. Объекты и способы диагностирования.
3. Моделирование объекта контроля.
4. Виды дефектов и причины их образования. Разрушающий, неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приёмочного контроля. Комплексный контроль.
5. Классификация физических методов неразрушающего контроля. Метрологическое обеспечение средств контроля. Стандартизация методов контроля. Понятие о корреляционном и регрессионном анализе. Статистические методы обработки результатов контроля.

## **Раздел 4. Диагностика состояния промышленных объектов**

1. Остаточный ресурс технического объекта и принципы его прогнозирования.
2. Диагностика состояния сварных соединений машин и конструкций. Неразрушающий контроль сварных соединений ультразвуковыми методами. Диагностические показатели прочности конструкционных материалов и способы их определения. Методика прогнозирования работоспособности .
3. Диагностика сосудов, работающих под давлением. Пневмоиспытания объектов криогенной и аммиачной техники.
4. Диагностика неисправностей подшипниковых узлов. Подшипники качения. Исследование подшипников качения. Диагностика подшипников скольжения.
5. Диагностика валков прокатных станков. Диагностика машин и механизмов на основе анализа проб машинной смазки. Контроль макроструктуры слябов. Диагностика состояния и определение координаты течи в трубопроводах.

### ***6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)***

#### ***6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену:***

##### ***Задания:***

1. Определить наиболее активный источник упругого излучения.
2. Определить наиболее опасный источник диагностических сигналов.
3. Найти корреляцию активности источников упругого излучения с уровнем пояса абсорбера.
4. Сравнить диагностические показатели по информативности.

##### ***Примерный перечень вопросов к экзамену:***

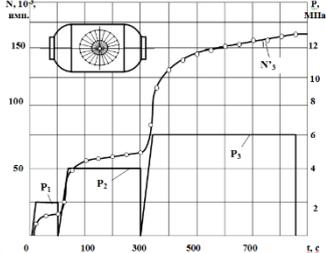
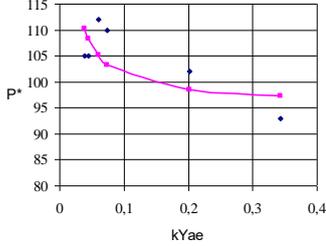
1. Структура автоматизированных систем контроля включает ...
2. Надёжностью называется...
3. Какое из перечисленных понятий не относится к свойству надёжности
4. Безотказность-это свойство изделия...
5. Вероятностью безотказной работы характеризует...
6. Долговечность - свойство изделия...
7. Ресурсом технического объекта называется...

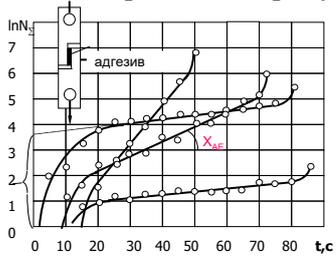
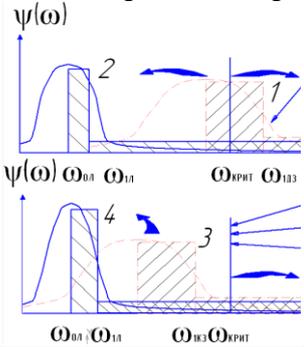
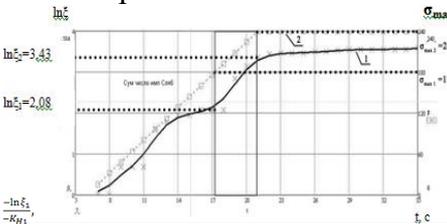
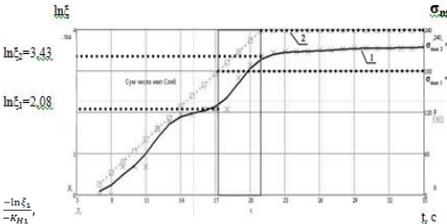
8. К характерным направлениям развития средств диагностики не относятся...
9. Чем оптимизируется рациональный поиск оптимального варианта решения задач диагностики?
10. Математическая модель это...
11. Какая система диагностирования опирается на метод акустической эмиссии?
12. По степени абстрагирования диагностические модели не делят на...
13. Какой из этапов рационального диагностирования наиболее информативен?
14. В зависимости от типа используемой модели объекта диагностирования распознавание его состояния производят на основе подхода: ...
15. Методология решения задач диагностики основана на ...
16. По степени обобщения модели объектов диагностирования не разбивают на категории...
17. Основная цель акустико-эмиссионного контроля трубопроводов согласно СТО Газпром 2-2.3-328-2009 состоит в том, чтобы...
18. При проведении акустико-эмиссионного контроля во время пневмоиспытаний, согласно СТО Газпром 2-2.3-328-2009, нагружение производится путем ...
19. Основным источником информации о характеристиках усталостной прочности (долговечности) газопроводов, согласно СТО Газпром 2-3.5-252-2008, являются...
20. Сосуд считается выдержавшим гидравлическое испытание, если в процессе его проведения не обнаружено ...
21. Как называется параметр  $P_Q$  в формуле расчёта критического коэффициента интенсивности напряжений  $K_{IC} = P_Q \cdot Y_1 / t b^{1/2}$ , где  $t$ ,  $b$  - толщина и ширина образца (типа 1),  $Y_1 = 0,380[1 + 2,308(2l/b) + 2,439(2l/b)^2]$ , где  $l$  - длина исходной усталостной трещины?
22. Какой диагностический признак является простым?
23. Какой диагностический признак является сложным?
24. Приведите основное уравнение надёжности
25. Что такое период нормальной эксплуатации?
26. Что такое период приработки оборудования?
27. Перечислите основные методы неразрушающего контроля.
28. Какие методы неразрушающего контроля могут обеспечить оценку ресурса?
29. Каким образом прогнозируется ресурс технического объекта, машины, сооружения.
30. Каким образом диагностируется состояния мостовых кранов?
31. В чём преимущества и недостатки метода акустической эмиссии, как основы диагностики?
32. Что учитывают коэффициенты  $k_1, \dots, k_4$ , в формуле расчёта ресурса долговечности магистрального трубопровода?

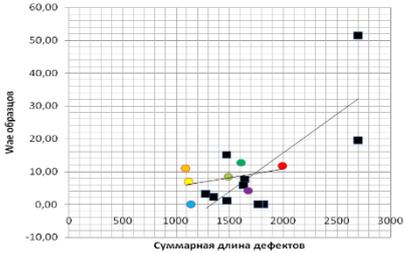
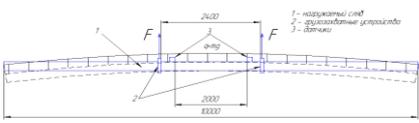
$$lg N = lg N_{-1} \frac{\sigma_{0,2} - \sigma}{\sigma_{0,2} - \sigma_{-1} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4}$$

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

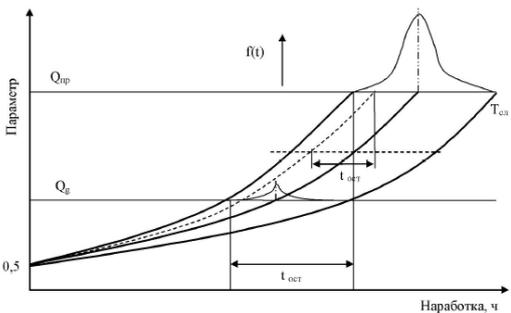
### Вариант 1.

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диаграммы числа импульсов АЭ <math>N</math> и давления <math>P</math> при гидроиспытании корпуса;</li> <li>2. Диаграммы суммарной АЭ <math>N</math> и давления <math>P</math> при гидроиспытании корпуса;</li> <li>3. Диаграммы роста повреждаемости <math>N</math> и давления <math>P</math> при гидроиспытании корпуса;</li> <li>4. Диаграммы числа циклов нагружения <math>N</math> и давления <math>P</math> при гидроиспытании корпуса.</li> </ol>
2	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. График зависимости разрушающего давления <math>P^*</math> от диагностического параметра <math>kY_{AE}</math>;</li> <li>2. График зависимости вероятности разрушения от диагностического параметра <math>kY_{AE}</math>;</li> <li>3. График зависимости энергии импульса АЭ от диагностического параметра <math>kY_{AE}</math>;</li> <li>4. График зависимости разрушающего давления <math>P^*</math> от числа импульсов АЭ.</li> </ol>
3	<p>Что изображено на фото?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грузы, поднимаемые мостовым краном;</li> <li>2. Нагружение металлоконструкции мостового крана при проведении АЭ испытаний;</li> <li>3. Перемещение груза, необходимого для проведения АЭ испытания;</li> <li>4. Прочностные испытания металлоконструкции мостового крана.</li> </ol>
4	<p>Коэффициент нагрузки при первом уровне нагружения моста <math>K_1=0,5</math>, количество зарегистрированных АЭ импульсов при первом уровне нагружения <math>\xi_1=9</math>, средняя амплитуда 90 Дб. При втором уровне нагружения <math>K_2=0,8</math>, <math>\xi_2=23</math>, средняя амплитуда 76 Дб. Оценить работоспособность металлоконструкции при нормированном коэффициенте запаса прочности <math>[S]=3</math></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работоспособный;</li> <li>2. Ограниченная работоспособность;</li> <li>3. Неработоспособный;</li> <li>4. Повышенная работоспособность</li> </ol>

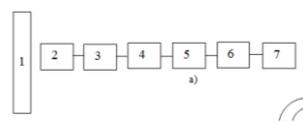
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
5	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Типичный вид временной зависимости логарифма числа импульсов АЭ, зарегистрированной с начала равномерного нагружения образцов металлополимерных адгезионных соединений;</li> <li>2. Типичный вид временной зависимости логарифма числа импульсов АЭ, зарегистрированной с начала равномерного нагружения образцов металлополимерных адгезионных соединений и определение параметра <math>X_{AE} = d \ln N_{\Sigma} / d K_H</math>;</li> <li>3. Типичный вид временной зависимости логарифма числа импульсов АЭ, зарегистрированной с начала равномерного нагружения образцов металлополимерных адгезионных соединений и определение параметра <math>X_{AE} = d \ln N_{\Sigma} / dt</math></li> <li>4. Типичный вид временной зависимости логарифма числа импульсов АЭ, зарегистрированной с начала равномерного нагружения образцов металлополимерных адгезионных соединений и определение параметра <math>X_{AE} = d \ln N_{\Sigma} / d \sigma</math></li> </ol>
6	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель преобразования прочностного состояния материала заготовки при её пластическом деформировании;</li> <li>2. Модель преобразования амплитудного распределения сигналов АЭ при пластическом деформировании заготовки;</li> <li>3. Модель преобразования амплитудно-частотной характеристики преобразователя АЭ при его изготовлении;</li> <li>4. Ничего из перечисленного.</li> </ol>
7	<p>Чему равен диагностический параметр <math>W_{AE}</math> заготовки, испытанной нагружением, с приведёнными результатами АЭ контроля?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 11,25;</li> <li>2. 20,3;</li> <li>3. 30;</li> <li>4. 1, 4</li> </ol>
8	<p>Пригодна ли заготовка для дальнейшего проката с приведёнными результатами её АЭ контроля при подняттии?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пригодна;</li> <li>2. Не пригодна;</li> <li>3. Пригодна с небольшими доработками;</li> <li>4. Предоставленные сведения не несут диагностической информации.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
9	<p>Как определяется критическое значение диагностического параметра <math>[W_{AE}]</math> заготовки, используемое для оценки её пригодности в процессе прокатки?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Посредством проведения обучающего эксперимента на эталонных образцах</li> <li>2.Путём расчёта исходя из времени контакта материала заготовки с валками во время прокатки;</li> <li>3.Путём расчёта исходя из условиянепревышения временем контакта материала заготовки с валками при прокатке времени разрушения структурных элементов упруго деформируемой заготовки;</li> <li>4.Путём расчёта исходя из условиянепревышения временем контакта материала заготовки с валками при прокатке связанного с <math>[W_{AE}]</math> времени разрушения структурных элементов упруго деформируемой заготовки;</li> </ol>
10	<p>Что означает данный график?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Что существует удовлетворительная корреляция между параметром <math>W_{AE}</math> и дефектностью диагностируемого сляба;</li> <li>2.Что существует удовлетворительная корреляция между параметром <math>W_{AE}</math> и дефектностью листа, получаемого после прокатки диагностируемого сляба;</li> <li>3.Что существует удовлетворительная корреляция между получаемыми при упругих АЭ испытаниях сляба значениями параметра <math>W_{AE}</math> и дефектностью листа, получаемого после прокатки диагностируемого сляба;</li> <li>4.Ничего из перечисленного.</li> </ol>
11	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изгибаемая балка;</li> <li>2. Вид диагностического нагружения расплавленной заготовки;</li> <li>3. Схема нагружения сляба при проведении его неразрушающего АЭ контроля;</li> <li>4. Расчётная схема грузоподъёмного механизма</li> </ol>
12	<p>Чем объясняется хорошая корреляция между получаемыми при упругих АЭ испытаниях сляба значениями параметра <math>W_{AE}</math> и дефектностью листа, получаемого после прокатки диагностируемого сляба?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Информационной обоснованностью подбора диагностического параметра;</li> <li>2. Информативностью метода АЭ;</li> <li>3. Диагностической ценностью параметра <math>W_{AE}</math>;</li> <li>4. Это случайное совпадение.</li> </ol>
13	<p>Разрушение каких структурных элементов сляба даёт сигналы АЭ, не несущие информации о его склонности к образованию дефектов при прокатке?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внутренних;</li> <li>2. Поверхностных;</li> <li>3. Не приводящих к образованию дефектов в листе;</li> <li>4. Всех перечисленных.</li> </ol>

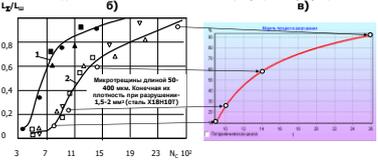
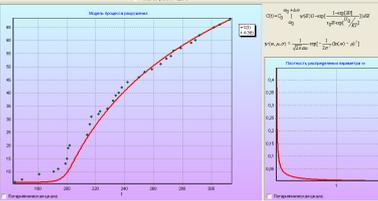
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
14	Какие факторы относятся к системам тестового диагностирования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на объект подаются специально организуемые тестовые воздействия;</li> <li>2. применение активных методов контроля (ультразвуковые, лазерные, электромагнитные и др. методы);</li> <li>3. регистрируются отклики контролируемой системы на внешнее воздействие;</li> <li>4. Всё выше перечисленное.</li> </ol>
15	Какие факторы относятся к системам функционального диагностирования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на объект поступают рабочие воздействия, предусмотренные его алгоритмом функционирования;</li> <li>2. подача тестовых воздействий, как правило, исключается.</li> <li>3. Применяются пассивные методы, регистрирующие сигналы, возникающие в самом объекте под влиянием внешних факторов (акустическая и электромагнитная эмиссия, вибрация, электрические и электромагнитные шумы, тепловые поля).</li> <li>4. Всё выше перечисленное</li> </ol>
16	Анализируемые при диагностике параметры объекта, содержащие информацию о его состоянии, можно разделить на ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. функциональные параметры, характеризующие рабочие процессы оборудования (действующие усилия, напряжения, продолжительность цикла, давление жидкости в гидросистеме, время разгона или торможения, удельный расход энергии и т.д.);</li> <li>2. структурные параметры, непосредственно характеризующие состояние узлов и агрегатов (зазоры в кинематических парах, координаты положения элементов, дисбалансы вращающихся валов, коррозионное повреждение и пр.);</li> <li>3. параметры сопутствующих процессов (температура, вибрация, акустические сигналы, уровень и спектр шумов, содержание продуктов износа в масле, погрешность обработки);</li> <li>4. Всё выше перечисленное.</li> </ol>
17	Диагностический признак формирует...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сопоставление значения диагностического параметра с его предельным значением, соответствующим определённому состоянию объекта диагностирования; <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Превышение диагностическим параметром предельного значения;</li> <li>2. Расчёт значения диагностического параметра по результатам контроля состояния технического объекта;</li> <li>3. Ничего из вышеперечисленного.</li> </ol> </li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
18	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. График изменения параметра состояния объекта контроля;</li> <li>2. Графическая интерпретация неопределённости оценки ресурса;</li> <li>3. Графическое определение остаточного ресурса;</li> <li>4. Всё выше перечисленное.</li> </ol>
19	<p>Сосуд считается выдержавшим гидравлическое испытание, если ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в процессе его проведения не обнаружено падения давления по манометру;</li> <li>2. течи в основном металле, резьбовом или сварном соединениях;</li> <li>3. трещин или признаков разрыва, остаточных деформаций тела сосуда;</li> <li>4. Всё выше перечисленное.</li> </ol>
20	<p>Преобразование упругой волны в электрический сигнал осуществляется за счет...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пьезометрического эффекта;</li> <li>2. гироскопического эффекта;</li> <li>3. эффекта Кайзера;</li> <li>4. эффекта Эльбера.</li> </ol>

### Вариант 2.

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	<p>Пьезоэлектрический эффект заключается в появлении...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. электрических зарядов противоположных знаков на гранях пьезокристаллов при их механическом деформировании;</li> <li>2. упругих деформаций при приложении механических усилий;</li> <li>3. сигналов АЭ при трении берегов трещины</li> <li>4. электрических сигналов при приложении разницы потенциалов.</li> </ol>
2	<p>Что изображено на схеме?</p>  <p>3-предварительный усилитель; 4-основной усилитель; 5-блок обработки сигналов; 6-анализатор импульсов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Блок-схема пьезопреобразователя;</li> <li>2. Блок-схема канала измерительной системы АЭ;</li> <li>3. Блок-схема 2-х канальной измерительной системы АЭ;</li> <li>4. Алгоритм обработки АЭ информации.</li> </ol>
3	<p>Что изображено на фото?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. блок обработки сигналов, предварительные усилители и преобразователи АЭ;</li> <li>2. Система акустико-эмиссионная диагностическая;</li> <li>3. Предварительные усилители и преобразователи АЭ;</li> <li>4. Ультразвуковая установка.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
4	Что используется в качестве имитатора, имитирующего АЭ-импульс, при калибровке АЭ преобразователей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. АЭ-датчик с подачей на него синусоидального сигнала либо импульсного сигнала, создаваемого аппаратурой;</li> <li>2. Сигнала от источника Су-Нельсона;</li> <li>3. Лёгкое постукивание металлическим предметом;</li> <li>4. Всё вышеперечисленное.</li> </ol>
5	На каком расстоянии устанавливается имитатор от приёмного АЭ преобразователя при его калибровке?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0, 1 м;</li> <li>2. 0,3 м;</li> <li>3. 0,1 и 1 м;</li> <li>4. 0,01 м.</li> </ol>
6	В чём состоит наиболее важная особенность дефектов тонкостенных сосудов давления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В малости их размеров;</li> <li>2. Во влиянии на циклическую прочность и зависимости от коррозионных процессов;</li> <li>3. В скрытости по расположению и степени опасности, не устраняемой стандартными методами расчёта;</li> <li>4. В прогнозируемости влияния на состояние сосуда.</li> </ol>
7	Стандартизация средств неразрушающего контроля обеспечивает...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. повышение их технического уровня, качества и надежности,</li> <li>2. снижение затрат,</li> <li>3. единообразие и достоверность результатов измерений, испытаний и контроля.</li> <li>4. всё вышеперечисленное</li> </ol>
8	Каким образом производят нагружение металлоконструкций подъёмно-транспортных машин во время проведения АЭ контроля?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Посредством многократного (минимум двукратного с повышением нагрузок) приподнимания испытательного груза на 100-200 мм от земли и удерживанием в таком положении не менее 10 мин</li> <li>2. Посредством многократного (минимум двукратного с повышением нагрузок) приподнимания испытательного груза на 500-600 мм от земли и удерживанием в таком положении не менее 10 мин</li> <li>3. Посредством многократного (минимум двукратного с повышением нагрузок) приподнимания испытательного груза на 100-200 мм от земли и удерживанием в таком положении не менее 5 мин</li> <li>4. Посредством однократного приподнимания испытательного груза на 100-200 мм от земли и удерживанием в таком положении не менее 10 мин.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
9	<p>О чём свидетельствует данная диаграмма?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Адекватность микромеханической модели АЭ результатам регистрации ;</li> <li>2. Адекватность микромеханической модели АЭ процессу разрушения;</li> <li>3. О корректности проведения АЭ испытаний;</li> <li>4. Обо всём выше перечисленном.</li> </ol>
10	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Результаты компьютерного моделирования процесса разрушения;</li> <li>2. Результаты регистрации числа импульсов АЭ;</li> <li>3. Сопоставление результатов компьютерного моделирования (сплошная линия) с результатами регистрации числа импульсов АЭ (точки диаграммы) при нагружении нахлесточного сварного соединения;</li> <li>4. Всё выше перечисленное.</li> </ol>
11	<p>Что изображает данный график?</p> $w(\omega, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln(\omega) - \mu)^2\right]$ 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функцию изменения концентрации микротрещин в материале при его нагружении;</li> <li>2. Функцию плотности распределения параметра прочностного состояния по определяющим прочность образца структурным элементам его материала;</li> <li>3. Временную зависимость активности АЭ при нагружении сварного соединения;</li> <li>4. Всё выше перечисленное.</li> </ol>
12	<p>Доля помех при регистрации сигналов АЭ в условиях промышленного АЭ-контроля может достигать ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 70%</li> <li>2. 80%</li> <li>3. 90%</li> <li>4. 60%.</li> </ol>
13	<p>В зависимости от типа используемой модели объекта диагностирования распознавание его состояния производят на основе подхода:...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вероятностного (статистического) и детерминистического ;</li> <li>2. лабораторного и производственного;</li> <li>3. теоретического и практического;</li> <li>4. научного и бытового.</li> </ol>
14	<p>Методология решения задач диагностики основана на ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. принципах познавательной деятельности;</li> <li>2. способах контроля сигналов;</li> <li>3. построении моделей объекта диагностирования;</li> <li>4. методах неразрушающего контроля.</li> </ol>
15	<p>По степени обобщения модели объектов диагностирования <i>не различают</i> на категории</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. статистические модели ;</li> <li>2. детерминированные модели;</li> <li>3. эвристические модели;</li> <li>4. механические модели.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
16	Какие аспекты АЭ контроля нужно различать при рассмотрении его физических основ?	1. Образование акустической волны; 2. Распространение акустической волны в материале с выходом на поверхность; 3. Преобразования волны в электрический сигнал АЭ, его регистрация и обработка. 4. Всё выше перечисленное
17	Упругие колебания с частотами, большими 20000 Гц называются	1. ультразвуковыми; 2. звуковыми; 3. инфразвуковыми; 4. высокочастотными.
18	Выброс сигнала акустической эмиссии - это...	1. величина, обратная погрешности измерения; 2. степень приближения оценённого значения АЭ к идеальному; 3. превышение электрическим сигналом АЭ установленного порогового уровня аппаратуры 4. разница между расчётным и измеренным значением амплитуда сигнала;
19	Суммарный счет акустической эмиссии - это...	1. число зарегистрированных импульсов дискретной АЭ за интервал времени наблюдения; 2. число зарегистрированных выбросов электрического сигнала АЭ за время регистрации; 3. общее число зарегистрированных импульсов, отнесенное к единице времени; 4. число зарегистрированных выбросов сигнала АЭ в единицу времени.
20	Информативность оцениваемого диагностического параметра лучше всего характеризуется...	1. первой производной диагностического параметра по параметру состояния объекта диагностирования; 2. числом квантований диагностической шкалы; 3. количеством получаемой при оценке информации; 4. абсолютной погрешностью измерения параметра состояния;

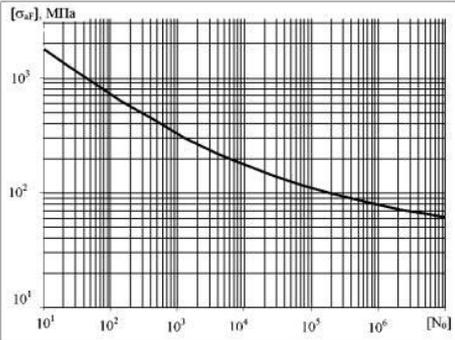
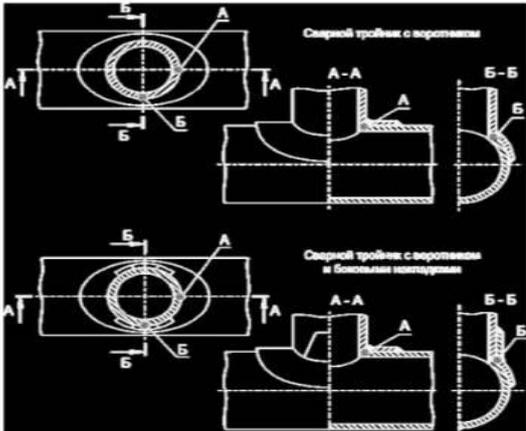
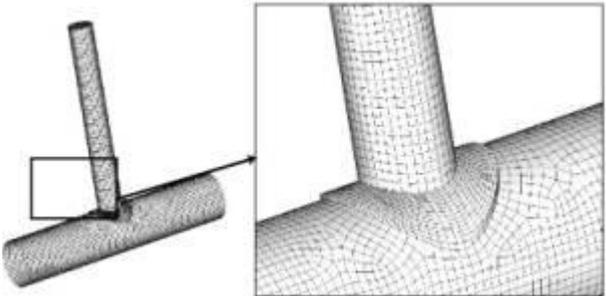
### Вариант 3.

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	<p>Что изображено на рисунке?</p> <pre> graph TD     1[1. Обследование объекта моделирования и формулировка технического задания на разработку модели (содержательная постановка задачи)] --&gt; 2[2. Концептуальная и математическая постановка задачи]     2 --&gt; 3[3. Качественный анализ и проверка корректности модели]     3 --&gt; 4[4. Выбор и обоснование выбора методов решения задачи]     4 --&gt; 5[5. Поиск решения]     4 --&gt; 6[6. Разработка алгоритма решения и исследование его свойств, реализация алгоритма в виде программы для ЭВМ]     5 --&gt; 6     6 --&gt; 7[7. Проверка адекватности модели]     7 --&gt; 8[8. Практическое использование построенной модели]     7 --&gt; 4     </pre>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Этапы построения диагностической математической модели;</li> <li>2. Этапы решения реальных задач;</li> <li>3. Схема взаимодействия реального объекта с его математической моделью;</li> <li>4. Алгоритм обработки результатов количественных измерений.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
2	<p>Этапы какого процесса приведены ниже?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. изучение объекта, его возможных дефектов, их признаков проявления и критериев работоспособности. При этом изучается общая характеристика проблемы, подпроблемы, выделяемые внутри данной проблемы, входные данные, производится построение функциональной модели системы диагностирования, предположительный вид решения;</li> <li>2. концептуализация, содержательный анализ проблемной области, при котором выявляются основные понятия и их взаимосвязи, физические принципы и методы решения задач, производится построение физической модели системы диагностирования;</li> <li>3. формализация проблемы, выбор или построение математической модели поведения объекта или процессов, приводящих к его отказу, анализ математической модели с целью получения реализуемого системой алгоритма диагностирования,</li> <li>4. создание одного или нескольких прототипов системы диагностирования, выбор или разработка средств диагностирования по оценке диагностического параметра,</li> <li>5. тестирование и внесение при необходимости изменений в структуру и конструкцию объекта для обеспечения требуемых условий диагностирования,</li> <li>6. опытная эксплуатация, рассмотрение и расчет характеристик системы диагностирования в целом с проверкой точности диагностирования.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Этапы работы с математической моделью;</li> <li>2. Этапы разработки систем диагностирования;</li> <li>3. Этапы разработки математической модели;</li> <li>4. Этапы сбора первичной информации.</li> </ol>
3	<p>Какая из последовательностей понятий соответствует данным определениям?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определение технического состояния, в котором находится объект в настоящий момент времени.</li> <li>– процедура определения численного значения некоторой величины посредством сравнения с эталоном с помощью технических средств в определённых единицах измерения.</li> <li>– процесс сбора и обработки информации с целью определения событий.</li> <li>– предсказание технического состояния, в котором окажется объект в некоторый будущий момент времени.</li> </ul>	<p>Диагностирование, измерение, контроль, прогнозирование;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Измерение, контроль, прогнозирование, диагностирование;</li> <li>3. Контроль, прогнозирование, диагностирование, измерение;</li> <li>4. Измерение, контроль, диагностирование, прогнозирование.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
4	<p>Что изображено на рисунке?</p>  <pre> graph TD     A[Сбор и анализ документации] --&gt; B[Оценка параметров технического состояния всех элементов трубопровода методами неразрушающего контроля]     B --&gt; C[Определение статических и динамических нагрузок]     C --&gt; D[Анализ дефектов элементов трубопроводов]     D --&gt; E[Работы по устранению недопустимых дефектов]     E --&gt; F[Оценка срока безопасной эксплуатации элементов трубопроводов]     F --&gt; G[Подготовка заключения по сроку безопасной эксплуатации, условиям дальнейшей эксплуатации и регламенту мониторинга] </pre>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Алгоритм построения диагностических моделей;</li> <li>2. Порядок производства работ по оценке параметров технического состояния;</li> <li>3. Последовательность операций по восстановлению трубопровода;</li> <li>4. Технология диагностирования трубопровода.</li> </ol>
5	<p>При проведении основных и промежуточных расчетов расчетные схемы для определения НДС трубопроводов должны быть учтены:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. собственный вес элементов технологических трубопроводов;</li> <li>2. номинальное внутреннее давление;</li> <li>3. температурные перепады, силы трения на опорах и если есть - кинематические нагрузки в перемещениях;</li> <li>4. Всё вышеперечисленное.</li> </ol>
6	<p>При утонении стенок труб и отводов вследствие коррозии и эрозии необходимо...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прекратить эксплуатацию трубопровода;</li> <li>2. Принять скорость износа по фактическому состоянию и оценить время достижения предельного состояния;</li> <li>3. Предпринять меры по устранению причин утонения;</li> <li>4. Повысить интенсивность эксплуатации трубопровода.</li> </ol>
7	<p>Основная цель акустико-эмиссионного контроля трубопроводов согласно СТО Газпром 2-2.3-328-2009 состоит в том, чтобы...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. оценить ресурс трубопровода;</li> <li>2. обнаружить развивающиеся дефекты и определить области их вероятного расположения с целью последующей идентификации характера источника АЭ другими средствами и методами неразрушающего контроля;</li> <li>3. обнаружить развивающиеся дефекты и определить степень их опасности;</li> <li>4. всё вышеперечисленное.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
8	При проведении акустико-эмиссионного контроля во время пневмоиспытаний согласноСТО Газпром 2-2.3-328-2009 нагружение производится путем ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. стравливания технологического газа из технологических коммуникаций;</li> <li>2. заполнения технологическим газом технологических коммуникаций компрессорных станций «от - до» величины входного давления компрессорного цеха при неработающих центробежном нагнетателе;</li> <li>3. всё вышеперечисленное;</li> <li>4. поднятия трубопровода трубоукладчиком.</li> </ol>
9	Определение допускаемого числа циклов нагружения трубопроводов согласноСТО Газпром 2-2.3-328-2009 производят по заданным амплитудам напряжений и ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. формулам, связывающим амплитуды условных упругих напряжений и числа циклов до разрушения;</li> <li>2. расчетным кривым усталости;</li> <li>3. формулам, связывающим амплитуды условных упругих напряжений и числа циклов или расчетным кривым усталости;</li> <li>4. параметрам акустической эмиссии.</li> </ol>
10	<p>Как называется величина <math>a_{NV}</math> формуле оценки остаточного ресурса трубопровода?</p> $t_{ост} = t_s \left( \frac{1}{a_N} - 1 \right)$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. накопленное усталостное повреждение, предельное значение которого <math>[a_N] = 1</math></li> <li>2. коэффициент снижения ресурса;</li> <li>3. коэффициент концентрации напряжений;</li> </ol> <p>предельный коэффициент усталостных напряжений.</p>
11	<p>Что означает коэффициент <math>[N_0]</math> в формуле оценки усталостных повреждений?</p> $\sum_{i=1}^k \frac{N_i}{[N_0]_i} = a_N \leq [a_N]$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. накопленное усталостное повреждение;</li> <li>2. число квазистатических циклов <math>i</math>-го типа за время эксплуатации;</li> <li>3. общее число типов квазистатических циклов;</li> <li>4. допускаемое число квазистатических циклов <math>i</math>-го типа.</li> </ol>
12	Из чего складываются повреждения трубопровода?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Из повреждений от квазистатических циклов напряжения, на которые не наложены динамические напряжения;</li> <li>2. Из повреждений от динамических напряжений при постоянных эксплуатационных напряжениях (стационарные режимы);</li> <li>3. Из повреждений от динамических напряжений в течение циклов квазистатических напряжений на переходных эксплуатационных режимах и при прохождении резонансных частот в тех же циклах.</li> <li>4. Из всего вышеперечисленного.</li> </ol>
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
13	При экспресс-оценке накопленных повреждений согласноСТО Газпром 2-2.3-328-2009 в расчетах остаточного ресурса тру-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. данные неразрушающего контроля;</li> <li>2. расчетные кривые усталости;</li> </ol>

	бопровода используют...	данные акустико-эмиссионных испытаний; расчётные кривые ползучести.
14	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчетная кривая усталости материала трубопровода;</li> <li>2. Зависимость допускаемых напряжений от числа импульсов акустической эмиссии;</li> <li>3. Спектрограмма рентгеновского контроля;</li> <li>4. Зависимость расчётных напряжений от числа циклов нагружения.</li> </ol>
15	<p>Какую модель используют при определении напряжённо-деформированного состояния элементов трубопровода согласноСТО Газпром 2-2.3-328-2009?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель линейно-упругого поведения конструктивных материалов;</li> <li>2. Модель линейно-упругого либо упругопластического поведения конструктивных материалов в предположении изотропности материала;</li> <li>3. Упругопластическую модель поведения конструктивных материалов;</li> <li>4. Кинетическую модель микротрещинообразования.</li> </ol>
16	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема сборки тройника трубопровода;</li> <li>2. Опасные сечения тройника трубопровода;</li> <li>3. Расчетные сечения сварного тройника и зоны максимальных напряжений;</li> <li>4. Технологическая карта изготовления сварного тройника трубопровода.</li> </ol>
17	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внешний вид тройника трубопровода;</li> <li>2. Схема соединения труб в тройнике трубопровода;</li> <li>3. Конечно-элементная модель тройника трубопровода;</li> <li>4. Эпюра внутренних напряжений в соединении тройника трубопровода.</li> </ol>
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
18	<p>В качестве параметров технического состояния газопроводов могут быть использованы...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. физико-механические характеристики конструктивных материалов (предел текучести, предел прочности, твердость, характеристики трещиностойкости, пределы выносливо-</li> </ol>

		<p>сти, длительной прочности, характеристики микроструктуры материала и другие;</p> <p>2. фактические располагаемые коэффициенты запасов прочности (по пределам текучести, прочности, длительной прочности, ползучести, трещиностойкости, устойчивости, по числу циклов или напряжениям при расчетах на циклическую прочность) в соответствии с СТО Газпром 2-2.3-184;</p> <p>3. технологические показатели (температура, давление, параметры вибрации, режимы работы и т.д.).</p> <p>4. Всё вышеперечисленное.</p>
19	Отличие физической теории надежности от статистической состоит в том, что возможность возникновения в системе отказов рассматривают как ...	<p>1. следствие возникновения повышенных напряжений в материале конструкций;</p> <p>2. результат взаимодействия между системой и внешними воздействиями, а также механическими, физическими и иными процессами, которые происходят в компонентах системы в процессе ее эксплуатации;</p> <p>3. результат изменения структуры диагностируемого объекта;</p> <p>4. результат повышения эксплуатационных нагрузок и снижения прочностных характеристик объекта эксплуатации.</p>
20	В рамках объединенного подхода к оценке технического состояния и целостности линейной части магистральных газопроводов согласно СТО Газпром 2-2.3-253-2009 рекомендованы к применению следующие показатели:	<p>1. текущее и прогнозируемое распределение максимального допустимого рабочего давления и предельного разрушающего давления по длине рассматриваемого участка линейной части магистрального газопровода,;</p> <p>2. срок безопасной эксплуатации каждого элементарного участка, рассчитанный в рамках детерминистического подхода;</p> <p>3. вероятность перехода в предельное состояние (нарушения расчетного условия прочности) по каждому элементарному участку, определенная по состоянию на момент обследования и на заданный предстоящий момент;</p> <p>4. всё выше перечисленное</p>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

*Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

*Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не удовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: Учебное пособие 2016, 2-е изд. Испр и доп, «Лань», СПб, - 376 с. <https://lanbook.com/catalog/mashinostroenie/diagnostika-mashin-i-oborudovaniya-72902234/> //

2. Носов В.В. Механика композиционных материалов. Лабораторные работы и практические занятия: Учебное пособие. Изд-во «Лань», СПб, 2013, 2-е изд. перераб. и доп., 240 с.: ил. <https://lanbook.com/catalog/inzhenerno-tehnicheskie-nauki/mehanika-kompozicionnyh-materialov-laboratornye-raboty-i-prakticheskie-zanyatiya-60945806/>

3. Носов В.В., Матвиев И.В. Механика неоднородных материалов. Учебное пособие. Изд-во «Лань», СПб, 2017, 2-е изд. испр. и доп., 276 с <https://lanbook.com/catalog/mashinostroenie/mehanika-neodnorodnyh-materialov-72893571/>

4. Носов В.В., Ямилова А.Р. Метод акустической эмиссии. Учебное пособие. Изд-во «Лань», СПб, 2017, 304 с. <https://lanbook.com/catalog/mashinostroenie/metod-akusticheskoy-emissii-72893573///>
5. Носов В.В., Павленко И.А. Оценка ресурса опасных технических объектов на основе акустико-эмиссионного диагностирования// Проблемы машиностроения и автоматизации, №3 — 2020. С 133-141 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44108366>
6. Nosov V.V. Appraising the Service Life of Dangerous Engineering Equipment by Acoustic Emission Diagnosis// Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2020, Vol. 49, No. 12, pp. 1072–1083. © AllertonPress, Inc., 2020. ISSN 1052-6188, <http://link.springer.com/article/10.3103/S1052618820120110>
7. Носов В.В., Ямилова А.Р. Информационно-кинетический подход к оценке прочностного состояния сосудов, работающих под давлением в водородсодержащих средах// Контроль. Диагностика (ВАК), 2021, том 24, № 6, с. 30-45, DOI 10.14489/td.2021.06.pp.030-045 <https://elibrary.ru/item.asp?id=45838225>

### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Носов В. В., Матвиев И. В., Ямилова А. В., Зеленский Н. А., Оценка состояния технических объектов на основе моделирования прочностной неоднородности материала / Моделирование, оптимизация и информационные технологии, № 3, Т 21, 2016. С 1 - 20. <https://moit.vivt.ru/?cat=2357&lang=ru>
2. Способ оценки прочности элементов сварного корпуса подводного аппарата: Пат. 2617195 РФ, МПК(51) G01N 29/14 (2006.01)/ - Оpubл. 21.04.2017. Бюл. № 12 <http://www.findpatent.ru/patent/261/2617195.html>
3. Носов В.В., Самигуллин Г.Х., Ямилова А.Р., Зеленский Н.А. Микромеханическая модель акустической эмиссии как методологическая основа прогнозирования разрушения сварных соединений// Нефтегазовое дело, 2016, т.14, № 1, С. 244-253 <http://ngdelo.ru/files/ngdelo/2016/1/ngdelo-1-2016-p244-253.pdf>
4. Носов В.В., Ямилова А.Р., Зеленский Н.А., Матвиев И.В. Оптимизация акустико-эмиссионного контроля прочности сварных соединений// Вестник МЭИ, 2017, № 2. С. 96-101. <http://vestnik.mpei.ru/vestnik/archive/article/472/>
5. Носов В.В., Ямилова А.Р., Зеленский Н.А., Матвиев И.В. Методика неразрушающего акустико-эмиссионного контроля прочности сварных соединений// Вестник МЭИ, 2017, № 3. С. 92-101 <http://vestnik.mpei.ru/vestnik/archive/article/487/>
6. Носов В.В., Номинас С.В., Зеленский Н.А. Оценка прочности сосудов давления на основе использования явления акустической эмиссии// Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2(219)' 2015. С. 182-190/ [https://engtech.spbstu.ru/userfiles/files/articles/2015/2/20\\_nosov.pdf](https://engtech.spbstu.ru/userfiles/files/articles/2015/2/20_nosov.pdf)
7. Носов В.В. Оценка удароопасности участка массива горных пород по результатам регистрации его сейсмоакустической активности// Записки Горного Института. 2015 г, Том 216, с. 62-75. <http://pmi-old.spmi.ru/sites/default/files/pdfarticle/62-75.pdf>
8. Носов В.В. Контроль прочности неоднородных материалов методом акустической эмиссии// Записки Горного института. 2017. Т. 226. С. 469-479 <https://cyberleninka.ru/article/v/kontrol-prochnosti-neodnorodnyh-materialov-metodom-akusticheskoy-emissii>
9. Носов В.В., Махмудов Х.Ф. Связь акустической эмиссии упруго нагруженных заготовок и качества проката из них // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки.2016, т.21, № 3. С. 1195-1198. [http://www.docme.ru/doc/1641137/svyaz.\\_-akusticheskoy-e-missii-uprugonagruzhennyh-zagotovok-i..](http://www.docme.ru/doc/1641137/svyaz._-akusticheskoy-e-missii-uprugonagruzhennyh-zagotovok-i..)
10. Носов В.В. Акустико-эмиссионная диагностика качества металлургического сляба на основе моделирования процесса разрушения и пластической перестройки структуры материала/ XXIII Петербургские чтения по проблемам прочности, посвященной 100-летию ФТИ им.

А.Ф. Иоффе и 110-летию со дня рождения чл.-кор. АН СССР А.В. Степанова, Санкт-Петербург, Россия, 10-12 апреля 2018 г. Санкт-Петербург.  
[http://nanomat.spbu.ru/sites/default/files/Programma%20chteniy%20\(proekt\).pdf](http://nanomat.spbu.ru/sites/default/files/Programma%20chteniy%20(proekt).pdf)

11. ПБ 03-593-03 Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов и технологических трубопроводов. Основной документ, регламентирующий общие положения проведения АЭ контроля в промышленности. Распространяется практически на все виды оборудования. Утвержден Ростехнадзором и является основой всех отраслевых методических документов по АЭ-контролю. <https://mooml.com/d/normativnye-dokumenty-po-nadzoru-v-oblasti-stroitelstva/normativnye-dokumenty-po-gortekhnadzoru/14894/>

12. ГОСТ Р 55045-2012. Техническая диагностика. Акустико-эмиссионная диагностика. Термины, определения и обозначения. <http://docs.cntd.ru/document/1200096172>

13. Носов В.В. Акустико-эмиссионный контроль и диагностика состояния криогенных газификаторов// Neftegaz.RU, Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Информационное агентство Нефтегаз.РУинтернэшнл" (Москва). № 2(98) 2020, -С. 80-85. –URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/oborudovanie/527340-akustiko-emissionnyy-kontrol-i-dagnostika-sostoyaniya-kriogennykh-gazifikatorov/> <https://elibrary.ru/item.asp?id=42440548>

### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Физические основы акустического контроля: Учебно- методический комплекс / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: А.И. Потапов, В.В. Носов. СПб, 2016. 151 с. <http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-205.pdf>

2. Объекты и технологии акустико-эмиссионного контроля и диагностики: Учебно-методический комплекс/, Санкт-Петербургский горный университет, Сост. В.В.Носов СПб, 2018, 148 с. [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=6%D0%9F5%2E2%2F%D0%9E%2D29%2D069024892<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=6%D0%9F5%2E2%2F%D0%9E%2D29%2D069024892<.>)

3. Современные приборы и системы обеспечения горной и промышленной безопасности: Методические указания к самостоятельной работе/Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.В. Носов. СПб, 2021, 72 с.

## 7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>

9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/)

11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>

12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены оборудованием, стендами и средствами измерений, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине.

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий:**

*33 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный – 18 шт., стул аудиторный – 32 шт., доска настенная – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., Мультимедийный комплекс – 1 шт.

*71 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный – 31 шт., стул аудиторный – 70 шт., стул преподавателя – 1 шт., Мультимедийный комплекс – 1 шт.

#### **Аудитории для проведения практических занятий:**

*19 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный – 11 шт., стул аудиторный – 18 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., компьютеры – 19 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», лазерный принтер – 1 шт, шкаф – 4 шт.

*25 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный – 14 шт., стул аудиторный – 24 шт., доска мобильная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., компьютеры – 25 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», принтер – 1 шт.

#### **Аудитория для проведения лабораторных занятий:**

*41 посадочных мест*

Оснащенность: Стол лабораторный островной – 2 штуки, кресло преподавателя – 1 шт., стол для преподавателя – 1 шт., доска мобильная – 1 шт., шкаф – 4 шт., комплект плакатов для типового комплекта учебного оборудования (АРМ «Метролог») – 15 шт.; типовой комплект учебного оборудования «Двухкоординатная автоматизированная оптическая измерительная система»; типовой комплект учебного оборудования (АРМ «Метролог»); типовой комплект учебного оборудования «Электрические измерения; метрология, стандартизация и сертификация»; мультимедиа сопровождение раздела: основы метрологии и электрические измерения; виртуальный лабораторный стенд «Технология координатных измерений»; типовой комплект учебного оборудования «Измерительные приборы давления, расхода, температуры»; установка «Методы измерения давления МСИ4» (с датчиком давления); установка «Методы измерения температуры» МСИ 2; установка «Методы измерения электрических величин» МСИ 3; комплект оборудования по направлению «Метрология. Стандартизация. Сертификация»: штангенциркуль ШЦ-1 – 8 шт; микрометры МК-25, – 4 шт, МК-50 – 5 шт, МК-75 – 5 шт, МК-100 – 5 шт; индикатор часового типа ИЧ-10 – 10 шт; набор плоскопараллельных концевых мер – 3 шт.; штатив – 5 шт.; угломер с нониусом – 2 шт.; плита поверочная – 2 шт.; набор радиусных шаблонов – 5 шт.; набор резьбовых шаблонов – 5 шт., профилограф-профилометр Т 1000 – 1 шт.; набор образцов шероховатости – 1 шт.; объекты контроля измерений – 1 шт.; плакаты по метрологии – 7 шт; квадрант оптический КО-60

– 1 шт.; микрометр МР-25 – 4 шт.; набор угловых мер – 4 шт.; угломер оптический УО-2 – 1 шт.; осциллограф цифровой ADS-2121 М; осциллограф С1-73 – 2 шт.; генератор сигналов специальной формы AFG-72105; вольтметр В7-40 – 2 шт.; вольтметр В№-57 – 3 шт.; устройство для проверки вольтметра В1-8 – 1 шт.; частотомер СNT-66 – 1 шт.; генератор Г6-27 – 1 шт.; генератор ГЗ-112 – 1 шт.; источник питания Б5-45 – 1 шт.

Компьютерная техника: ПК (системный блок – 1 шт., монитор – 1 шт., доступ к сети «Интернет»);

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 12 посадочных мест. Стул – 12 шт., стол – 6 шт., шкаф – 8 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 12 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета, принтер – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

## **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### 3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

*Применяемое в учебном процессе лицензионное программное обеспечение выбрать из прилагаемого списка.*

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)