

**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 Гоголинский К.В.

Проректор по образовательной  
деятельности Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И  
ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ***

<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



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
УСИЛЕННОЙ КВАЛФИЦИРОВАННОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 174E F08E D3C8 8CC7 B088 E59C 9D21 683B  
Владелец: Пашкевич Наталья Владимировна  
Действителен: с 14.11.2023 до 06.02.2025

**Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование конструкций и физических процессов» 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 МП и УК

\_\_\_\_\_ д.т.н.

К.В. Гоголинский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование конструкций и физических процессов» является приобретение студентами знаний в области математического моделирования приборных систем, которые являются составной частью современных систем надзора, контроля и диагностирования, обеспечение понимания студентами структур и алгоритмов работы современных приборных устройств в их многообразии по выполняемым функциям, технологиям изготовления и уровню сложности.

Задачи изучения дисциплины обеспечить:

- умение выделять главные факторы в описании реального объекта посредством перехода от реальности к её функциональному, качественному и количественному изображению;
- умение составлять оптимальные алгоритмы при проектировании приборных систем;
- учитывать физическую структуру систем и тип применяемой технологии при организации производства систем надзора и контроля;
- возможность проводить анализ эксплуатации приборных систем с позиции функционирования объектов надзора и контроля;
- владение методами расчета отдельных узлов и комплексов;
- владение методами оценки блок-схем приборных подсистем с позиции выбора элементной базы для решения функциональных задач;
- владение основами прогнозирования технического уровня моделирования в приборных системах

.Особенностью преподавания дисциплины «Математическое моделирование конструкций и физических процессов» 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.

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

В соответствии с учебным планом, дисциплина «Математическое моделирование конструкций и физических процессов» относится к части Б1.В.01, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», направленность (профиль) «Приборы и системы горного и технического надзора и контроля» и изучается в 3 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математическое моделирование конструкций и физических процессов» являются «Математика», «Физика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Прикладная механика», «Электротехника», «Электроника и микропроцессорная техника».

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

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование конструкций и физических процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.3. Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработка нового или выбор готового алгоритма решения задач	ПКС-1	ПКС-1.1. Знает физические основы и математический аппарат, применяемый при создании измерительной техники, методы и построения математических моделей ПКС-1.2. Умеет применять принципы системного анализа для построения математических моделей, разработки новых или выбора готовых алгоритмов для решения задач

\* - данные индикаторы достижения компетенции преимущественно формируются на практических занятиях.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	26	26
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
Подготовка к практическим занятиям	35	35
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Подготовка к зачету / экзамену	39	39
<b>Контроль</b>		
<b>Промежуточная аттестация -/зачет с оценкой (ЗО)</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

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

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

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий			
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента
1.	Введение. Моделирование как основа исследования и оптимизации решения задач.	20	1	5	14
2.	Методология математического моделирования	20	2	5	15
3.	Математическое моделирование при проектировании конструкций приборов и систем	20	2	5	15
4.	Имитационное компьютерное моделирование в приборных системах	20	2	5	15
5.	Микромеханическая модель процесса разрушения и временных зависимостей параметров акустической эмиссии и её применение для прогнозирования ресурса	28	1	6	15
	<b>Итого:</b>	108	8	26	74

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1. Введение. Моделирование как основа исследования и оптимизации решения задач.	Понятие информации, неопределённости, модели, классификация и методы построения математических моделей, принципы информационной оптимизации при моделировании приборных систем.	1
2	Раздел 2. Методология математического моделирования	Информативность моделей, виды информационных моделей, принцип преемственности, последовательности и иерархии при построении математической модели. Этапы создания математической модели.	2
3	Раздел 3. Математическое моделирование при проектировании конструкций приборов и систем	Математические модели, используемые при проектировании механизмов приборов. Проектные и проверочные расчёты как способы снятия неопределённости на различных этапах проектирования	2
№ п/п	Раздел 4. Имитационное компьютерное моделирование в приборных системах	Процедура, этапы и алгоритм имитационного моделирования. Моделирование случайных величин. Моделирование неоднородности свойств материалов.	2

4	Раздел 5 Микромеханическая модель процесса разрушения и временных зависимостей параметров акустической эмиссии и её применение для прогнозирования ресурса	Физическая основа моделирования временных зависимостей параметров акустической эмиссии и акустико-эмиссионного горного и технического контроля и диагностики состояния опасных промышленных объектов в условиях структурной и функциональной неоднородности.	1
<b>Итого:</b>			8

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Назначение, основные понятия, классификация и свойства математических моделей и видов математического моделирования.	5
2.	Раздел 2.	Методология моделирования, последовательность составления математических моделей, моделирование функциональных характеристик приборов и объектов горного и технического надзора и контроля	5
3.	Раздел 3.	Построение проектных и проверочных математических моделей измерительных приборов.	5
4.	Раздел 4.	Моделирование функциональной и структурной неоднородности объектов горного и технического надзора и контроля	5
5.	Раздел 5.	Имитационное компьютерное моделирование временных зависимостей параметров акустической эмиссии в конструкционном материале. Исследование свойств сварных соединений на основе имитационного компьютерного моделирования временных зависимостей параметров акустической эмиссии и автоматизированной системы акустико-эмиссионного контроля	5
		Исследование свойств композиционных материалов и технических объектов на основе имитационного компьютерного моделирования временных зависимостей параметров акустической эмиссии и автоматизированной системы акустико-эмиссионного контроля	6
<b>Итого:</b>			<b>26</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Не предусмотрены

#### 4.2.5. 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.

### **6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

#### **Тематика для самостоятельной подготовки**

#### **Раздел 1. Введение. Моделирование как основа исследования и оптимизации решения задач**

1. Понятие информации, неопределённости, кванта неопределённости, модели.
2. Классификация и методы построения математических моделей.
3. Классификация приборов и систем обеспечения горной и промышленной безопасности.
4. Принципы информационной оптимизации при моделировании приборных систем.

#### **Раздел 2. Методология математического моделирования**

1. Информативность математических моделей. Этапы создания математической модели.
2. Виды информационных математических моделей.
3. Принципы преемственности, последовательности и иерархии при построении математической модели.
4. Функциональное, физическое и математическое моделирование.

#### **Раздел 3. Математическое моделирование при проектировании приборов и систем**

1. Математические модели, используемые при проектировании механизмов приборов.
2. Проектные и проверочные расчёты как способы снятия неопределённости на различных этапах проектирования.
3. Построение проектных и проверочных математических моделей измерительных приборов.
4. Моделирование функциональной, структурной и прочностной неоднородности объектов горного и технического надзора и контроля.

#### **Раздел 4. Имитационное компьютерное моделирование в приборных системах**

1. Процедура, этапы и алгоритм имитационного моделирования.
2. Имитационное моделирование случайных величин.
3. Имитационное моделирование неоднородности свойств материалов.
4. Имитационное компьютерное моделирование временных зависимостей параметров акустической эмиссии в конструкционном материале.
5. Исследование свойств сварных соединений на основе имитационного компьютерного моделирования временных зависимостей параметров акустической эмиссии и автоматизированной системы акустико-эмиссионного контроля.

#### **Раздел 5. Микромеханическая модель временных зависимостей параметров акустической эмиссии (ММПАЭ) и её применение для прогнозирования ресурса**

1. Физическая основа математического моделирования временных зависимостей параметров акустической эмиссии.
2. Параметры ММПАЭ и их физический смысл.

3. Исследование свойств композиционных материалов и технических объектов на основе имитационного компьютерного моделирования временных зависимостей параметров акустической эмиссии.

4. Автоматизированная система акустико-эмиссионного контроля.

## 6.2. *Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачёта с оценкой)*

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

#### *Примерный перечень вопросов к зачёту:*

1. Что такое математическая модель?
2. В чём имитационного моделирования?
3. В чём заключается принцип преемственности при построении математической модели?
4. Как оценивается адекватности математической модели?
5. Надёжностью называется...
6. Какое из перечисленных понятий не относится к свойству надёжности
7. Безотказность-это свойство изделия.
8. Вероятностью безотказной работы характеризует.
9. Долговечность - свойство изделия.
10. Ресурсом технического объекта называется.
11. К характерным направлениям развития средств диагностики не относятся.
12. Чем оптимизируется рациональный поиск оптимального варианта решения задач диагностики?
13. Математическая модель это .
14. Какая система диагностирования опирается на метод акустической эмиссии?
15. По степени абстрагирования диагностические модели не делят на .
16. Какой из этапов рационального диагностирования наиболее информативен?
17. В зависимости от типа используемой модели объекта диагностирования распознавание его состояния производят на основе подхода: .
18. Методология решения задач диагностики основана на .
19. По степени обобщения модели объектов диагностирования не разбивают на категории .
20. Основная цель акустико-эмиссионного контроля трубопроводов согласно СТО Газпром 2-2.3-328-2009 состоит в том, чтобы .
21. При проведении акустико-эмиссионного контроля во время пневмоиспытаний, согласно СТО Газпром 2-2.3-328-2009, нагружение производится путем .
22. Основным источником информации о характеристиках усталостной прочности (долговечности) газопроводов, согласно СТО Газпром 2-3.5-252-2008, являются.
23. Сосуд считается выдержавшим гидравлическое испытание, если в процессе его проведения не обнаружено .
24. Как называется параметр PQ в формуле расчёта критического коэффициента интенсивности напряжений  $K_{IS} = PQ \cdot Y_1 / t b^{3/2}$ , 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?
25. Какой диагностический признак является простым?
26. Какой диагностический признак является сложным?
27. Приведите основное уравнение надёжности
28. Что такое период нормальной эксплуатации?
29. Что такое период приработки оборудования?
30. Перечислите основные методы неразрушающего контроля.
31. Какие методы неразрушающего контроля могут обеспечить оценку ресурса?
32. Каким образом прогнозируется ресурс технического объекта, машины, сооружения.
33. Каким образом диагностируется состояния мостовых кранов?

34. В чём преимущества и недостатки моделирования при применении метода акустической эмиссии, как основы диагностики?
35. Что такое горный удар и его математические модели?
36. Как определяется ресурс магистрального газопровода?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачёту с оценкой

#### Вариант 1.

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Что общего в процессах оптимизирующего рационального создания деталей, машин, приборов, методов, систем контроля и диагностирования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. наличие преобразователей;</li> <li>2. наличие преобразователей и предварительных усилителей;</li> <li>3. наличие этапа проектирования;</li> <li>4. наличие моделирования на этапе проектирования.</li> </ol>
2	Моделирование - это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. рациональное построение мыслительного образа реального объекта с целью его исследования и оптимизации;</li> <li>2. технологически завершённый процесс изготовления;</li> <li>3. создание конструкции;</li> <li>4. интуитивное условное изображение реального объекта.</li> </ol>
3	В чём состоит особенность моделирования приборных систем?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в учёте взаимосвязи элементов системы в виде самостоятельного граничного условия;</li> <li>2. в учёте внешних факторов, действующих на систему;</li> <li>3. в моделировании происходящих в элементах системы процессах;</li> <li>4. в анализе результатов использования приборных систем;</li> </ol>
4	Какие из перечисленных действий не относятся к этапам рационального решения реальных задач?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. формулировка условий решения задачи,</li> <li>2. выделение основных сторон объекта и построения его модели,</li> <li>3. определение параметров модели и анализа полученного результата;</li> <li>4. получение абсолютно точного решения реальной задачи</li> </ol>
5	Какое решение является оптимальным?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. решение, которое получено рациональным путём;</li> <li>2. абсолютно точное решение реальной задачи;</li> <li>3. решение, полученное в кратчайшие сроки;</li> <li>4. решение, которое по тем или иным признакам предпочтительнее других.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
6	Интеллектуальный анализ данных — это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод анализа данных, который фокусируется на описании экспериментальных данных;</li> <li>2. особый метод анализа данных, который фокусируется на моделировании и открытии данных;</li> <li>3. анализ статистического материала натуральных исследований;</li> <li>4. анализ данных на основе интуитивных методов распознавания.</li> </ol>
7	Какой фактор является главным в обеспечении эффективности математического моделирования приборных систем?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. фактор информативной преемственности;</li> <li>2. физический;</li> <li>3. функциональный;</li> <li>4. расчётный.</li> </ol>
8	Что такое «квант неопределённости»?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. величина, обратная погрешности измерения;</li> <li>2. степень приближения оценённого значения АЭ к идеальному;</li> <li>3. неопределённость, допустимая для оптимального решения реальной задачи</li> <li>4. разница между расчётным и измеренным значением амплитуда сигнала;</li> </ol>
9	Цифровая обработка сигнала - это .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. расчёт импульсов дискретной эмиссии за интервал времени наблюдения;</li> <li>2. преобразование сигналов, представленных в цифровой форме;</li> <li>3. определение общего числа зарегистрированных импульсов, отнесенное к единице времени;</li> <li>4. определение числа зарегистрированных выбросов сигнала в единицу времени.</li> </ol>
10	Информативность оцениваемого диагностического параметра лучше всего характеризуется.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. первой производной диагностического параметра по параметру состояния объекта диагностирования;</li> <li>2. числом квантований диагностической шкалы;</li> <li>3. количеством получаемой при оценке информации;</li> <li>4. абсолютной погрешностью измерения параметра состояния;</li> </ol>
11	Что рассматривают детерминированно-статистические модели?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. функциональную взаимосвязь наиболее существенных, как правило, небольшого количества факторов с установлением границ её приемлемости;</li> <li>2. связи между случайными величинами без раскрытия качества (физической сути) этой связи;</li> <li>3. недостаточно обоснованные в значительной степени интуитивные связи имеющих количественных корреляций;</li> <li>4. в совокупности функциональную и корреляционную составляющие взаимосвязи большого количества факторов</li> </ol>

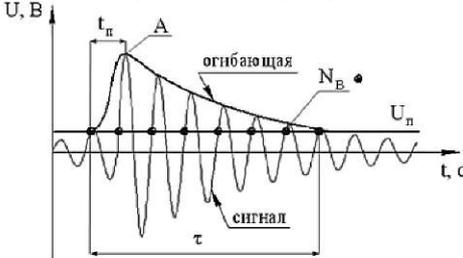
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
12	Количество информации, необходимое для оценки состояния технического объекта, который может находиться в одном из 4-х состояний с равной вероятностью, равно.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 4 бита</li> <li>2. 2 бита;</li> <li>3. 4 нита;</li> <li>4. 2 байта;</li> </ol>
13	Какая система диагностирования опирается на метод акустической эмиссии?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система тестового диагностирования;</li> <li>2. Система функционального диагностирования;</li> <li>3. Система активных методов контроля;</li> <li>4. Система функционального диагностирования с пассивными методами контроля.</li> </ol>
14	По степени абстрагирования модели деталей приборов не делят на .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. функциональные;</li> <li>2. физические;</li> <li>3. математические;</li> <li>4. эвристические.</li> </ol>
15	Какой из этапов моделирования наиболее информативен?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Этап функционального моделирования;</li> <li>2. Этап физического моделирования;</li> <li>3. Этап математического моделирования;</li> <li>4. Этап поиска неизвестных параметров модели.</li> </ol>
16	В зависимости от типа используемой модели объекта диагностирования распознавание его состояния производят на основе подхода: .	<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>
17	Методология решения задач диагностики основана на .	<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>
18	По степени обобщения модели объектов диагностирования не разбивают на .	<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>
19	Расчётная схема (математическая модель) детали составляется для .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. наиболее типичных условий работы деталей;</li> <li>2. обеспечения работоспособности в условиях пониженной нагрузки;</li> <li>3. определения параметров модели детали в наиболее тяжёлых условиях её работы;</li> <li>4. проверки работоспособности детали.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
20	При предварительных проектных и проверочных расчётах используется форма условия прочности	<p>1. В виде неравенства, устанавливающего соотношения между действительными и максимально допускаемыми напряжениями;</p> <p>2. В виде неравенства, устанавливающего соотношения между действительным и минимально допустимым коэффициентами запаса прочности;</p> <p>3. В виде неравенства, устанавливающего соотношения между действительным и максимально допустимым коэффициентами запаса прочности;</p> <p>4. В виде неравенства, устанавливающего соотношения между действительными и минимально допускаемыми напряжениями.</p>

**Вариант 2.**

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Определить количество информации, которое получит студент, сидящий на занятии продолжительностью 120 мин, определяющий время по часам с минутной стрелкой	<p>1. ~4 нита;</p> <p>2. ~2 байта;</p> <p>3. ~4 байта</p> <p>4. ~7 бита</p>
2	Какие параметры математической модели являются входными?	<p>1. Параметры, выбранные для управления объектом;</p> <p>2. Параметры, которые характеризуют свойства самого объекта моделирования;</p> <p>3. Параметры, которые отражают результат функционирования объекта;</p> <p>4. Параметры, влияющие на функционирование объекта</p>
3	Какие параметры математической модели являются выходными?	<p>1. Параметры, выбранные для управления объектом;</p> <p>2. Параметры, которые характеризуют свойства самого объекта моделирования;</p> <p>3. Параметры, которые отражают результат функционирования объекта;</p> <p>4. Параметры, влияющие на функционирование объекта</p>
4	Какие параметры математической модели являются параметрами состояния?	<p>1. Параметры, выбранные для управления объектом;</p> <p>2. Параметры, которые характеризуют свойства самого объекта моделирования;</p> <p>3. Параметры, которые отражают результат</p>

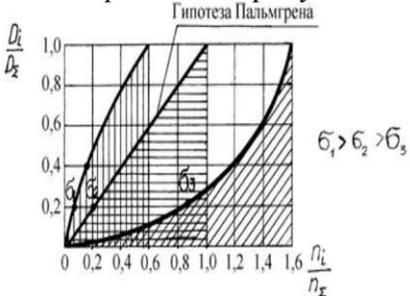
		<p>функционирования объекта;</p> <p>4. Параметры, влияющие на функционирование объекта</p>
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
5	Какие параметры математической модели являются управляющими?	<p>1. Параметры, выбранные для управления объектом;</p> <p>2. Параметры, которые характеризуют свойства самого объекта моделирования;</p> <p>3. Параметры, которые отражают результат функционирования объекта;</p> <p>4. Параметры, влияющие на функционирование объекта</p>
6	Чем оптимизируется рациональный поиск оптимального варианта решения задач диагностики?	<p>1. последовательным построением иерархически подчинённых снижению неопределённости моделей объектов диагностирования;</p> <p>2. использованием моделей объектов диагностирования по порядку убывания их информативности;</p> <p>3. использованием моделей объектов диагностирования с повышением уровня абстрагирования;</p> <p>4. принципами информационной оптимизации.</p>
7	Математическая модель это.	<p>1 то, что связывает функциональные свойства конструкции с обобщёнными физическими факторами, свойствами и закономерностями;</p> <p>2. формализованное количественное описание объекта в виде математических выражений посредством математических символов и критериев;</p> <p>3. упрощённое изображение объекта с позиций его назначения.</p> <p>4. алгоритмы обработки измерительной информации;</p>
8	При нагружении с постоянной скоростью рост активности АЭ может свидетельствовать.	<p>4. 1. о развитии дефекта при <math>d^2 \ln N(t)/dt^2 &gt; 0</math> ;</p> <p>5. 2. о присутствии не прогрессирующего концентратора при <math>d^2 \ln N(t)/dt^2 &lt; 0</math> ;</p> <p>3. о кинетически неоднородном разрушении и отсутствии существенной концентрации напряжений при <math>d^2 \ln C(t)/dt^2 &lt; 0</math>;</p> <p>4. обо всём из перечисленного</p>
9	Какому из принципов информационной оптимизации соответствует утверждение: «Оптимизация решения задач контроля и диагностики происходит посредством выбора наиболее предпочтительного из вариантов диагноза на основе получения	<p>1. Принципу неопределённости;</p> <p>2. Принципу информативности;</p> <p>3. Принципу рациональности;</p> <p>4. Принципу квантования неопределённости.</p>

	снижающих сведений о диагностировании»	неопределенность об объекте	
№ п/п	Вопросы		Варианты ответов
10	Чему равны максимальные напряжения для цилиндрических оболочек радиусом R, толщиной стенки h, находящихся под внутренним давлением P?		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>PR / h</math>,</li> <li>2. <math>PR/2h</math>,</li> <li>3. <math>PR/4h</math>;</li> <li>4. <math>PR/(R+h)</math>.</li> </ol>
11	<p>Что изображено на рисунке?</p> 		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. модель и параметры временной зависимости электрического сигнала;</li> <li>2. модель источника упругого излучения;</li> <li>3. модель числа импульсов;</li> <li>4. уровень дискриминации;</li> </ol>
12	<p>Что моделирует данная формула?</p> $k_{AE} = V \iiint_{\Delta t, f, u} \Phi(\Delta t, f, u) du df d\Delta t$		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Условия регистрации сигналов акустической эмиссии;</li> <li>2. Связь контролируемого методом акустической эмиссии объема с геометрическим объемом;</li> <li>3. Модель акустически активного объема при акустико-эмиссионном контроле</li> <li>4. Все перечисленные.</li> </ol>
13	<p>Каким образом определяют величину параметра <math>N_B</math> формулы оценки исходного ресурса</p> $N_e = N_B / \exp(W_{AE})?$		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как значение, отсекаемое экстраполированной усталостной прямой на ось логарифма количества циклов до разрушения;</li> <li>2. По формуле <math>N_B = \exp(\ln N_G + \sigma_R Y_R)</math>, где <math>N_G</math> — базовое число циклов, (<math>2 \times 10^6</math>); <math>\sigma_R</math> — предел выносливости при заданном коэффициенте асимметрии R цикла рабочих напряжений, <math>Y_R</math> — угловой коэффициент кривой усталости,</li> <li>3. По формуле <math>N_B = \tau_0 \omega_N \exp[U_0 / (KT)]</math>, где <math>\omega_N</math> — частота циклического нагружения.</li> <li>4. Любым из предложенных способов</li> </ol>
14	<p>Что такое и как рассчитывается коэффициент <math>K_H</math> в формуле <math>W_{AE} = d \ln \xi / dK_H</math></p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент долговечности <math>K_H = N_i / N_{раб}</math>, где <math>N_i</math>, <math>N_{раб}</math> — диагностическая и рабочее число циклов нагружения;</li> <li>2. Коэффициент нагрузки, <math>K_H = F_i / F_{раб}</math>, где <math>F_i</math>, <math>F_{раб}</math> — диагностическая и рабочая нагрузки (давление);</li> <li>3. Коэффициент чувствительности диагностирования <math>K_H = N_i / N_{раб}</math>, где <math>N_i</math>, <math>N_{раб}</math> — диагностическая и рабочее число импульсов АЭ;</li> <li>4. Коэффициент запаса прочности <math>K_H = N_i / N_{раб}</math>,</li> </ol>

		где $N_i$ , $N_{раб}$ - критическое и рабочее число циклов нагружения;
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
15	По степени абстрагирования модели деталей приборов <i>не</i> делят на...	1. функциональные; 2. физические; 3. математические; 4. эвристические.
16	Что означает параметр $V$ , в формуле АЭК $kAE = V P_{дт} P_{ф} P_U$	1. Вероятность регистрации сигналов в заданном частотном диапазоне; 2. Вероятность регистрации сигналов в заданном временном диапазоне; 3. Вероятность регистрации сигналов в заданном амплитудном диапазоне; 4. Контролируемый объем материала.
17	Какие виды амплитудных распределением сигналов АЭ наблюдаются при анализе первичной АЭ информации?	1. Равномерное; 2. Экспоненциальное (показательное); 3. С наличием максимума; 4. Любое из перечисленных
18	<p>Что изображено на рисунке?</p>	<p><b>1. Преобразование АЭ в электрический сигнал;</b></p> <p><b>2. Тракта сигнала АЭ ;</b></p> <p><b>3. Модель источника сигнала АЭ;</b></p> <p><b>4. Всё перечисленное.</b></p>
19	Чем объясняется рост амплитуды сигнала АЭ, наблюдаемый при повышении скорости нагружения или деформирования объекта контроля?	1. Повышением предела прочности структурных элементов материала; 2. Повышением значений акустико-эмиссионного коэффициента; 3. Понижением порога чувствительности аппаратуры; 4. Повышением контролируемого объема материала.
20	Чем объясняется рост числа импульсов АЭ, наблюдаемый при увеличении размера структурного элемента объекта контроля?	1. Повышением значений высвобождаемой при разрушении элемента значений энергии и амплитуд сигналов АЭ; 2. Повышением значений длительности импульсов АЭ, происходящим при перекрытии сигналов; 3. Понижением порога чувствительности аппаратуры АЭ; 4. Повышением контролируемого объема материала.

--	--	--

**Вариант 3.**

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	На чём основаны информативные структурно-вероятностные физико-статистические математические модели?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на введении аналитического понятия микро-элемента структуры, универсальных физических констант, положений микро- и наноструктурных разделов естествознания, математической статистики;</li> <li>2. на введении в формулы расчёта различных эмпирических коэффициентов;</li> <li>3. на введении в формулы расчёта вероятностных величин без указания их физического смысла;</li> <li>4. на введении детерминированных понятий без указания вероятности их проявления.</li> </ol>
2	После каких этапов решения реальных задач следует проводить математическое моделирование?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. после постановки вопроса, осознания цели и задачи исследований;</li> <li>2. после этапа функционального моделирования;</li> <li>3. после этапов функционального и физического моделирования;</li> <li>4. после корректировки решения реальной задачи.</li> </ol>
3	На чём основано построение информативных моделей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на применении фактора информативной пре-емственности;</li> <li>2. на применении аппарата непрерывных функций;</li> <li>3. на выделении важных и отбрасывании второстепенных факторов;</li> <li>4. на применении передовых методик решения.</li> </ol>
4	<p>Что изображено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. зависимость дисперсии сигналов от числа циклов нагружения</li> <li>2. диаграммы кривой усталости</li> <li>3. зависимость между числом сигналов АЭ и относительным размером структурных элементов</li> <li>4. модель повреждённости при усталостных испытаниях от числа циклов нагружения</li> </ol>
5	Чему соответствует разрушающее образец количество циклов (ресурс)?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предельным напряжениям;</li> <li>2. Предельному количеству сигналов АЭ;</li> <li>3. Предельным повреждениям;</li> <li>4. Предельному значению амплитуды сигнала АЭ</li> </ol>
6	Какие из кривых усталости наиболее информативны и почему?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кривые усталости Вёлера, так как получены на наибольшем количестве испытаний;</li> <li>2. Кривые усталости Журкова, так как имеют «полнос»;</li> <li>3. Кривые усталости Дорна и Клауса, так как</li> </ol>

		имеют параллельность; 4. Среди них нет различия по информативности
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
7	<p>Какая из проблем акустико-эмиссионного контроля изображена на рисунке?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проблема неадекватности применяемых модели параметров АЭ;</li> <li>2. Проблема неоднозначности интерпретации результатов регистрации сигналов АЭ;</li> <li>3. Проблема сложности сигналов АЭ и акустических каналов;</li> <li>4. Всё перечисленное.</li> </ol>
8	<p>Что моделируется данными выражениями? <math>N_{\Sigma}(t) = k_{AE}(t)C(t)</math>,  <math>dN_{\Sigma}(t)/dt = N'_{\Sigma}(t) = k'_{AE}(t)C(t) + k_{AE}(t)C'(t)</math>,  <math>d^2 N_{\Sigma}(t)/dt^2 = N''_{\Sigma}(t) = k''_{AE}(t)C(t) + 2k'_{AE}(t)C'(t) + k_{AE}(t)C''(t)</math>,</p> <p>где <math>C(t)</math>- концентрация микротрещин в материале. Абсолютные значения входящих в данные уравнения акустико-эмиссионного коэффициента <math>k_{AE}(t)</math>, скорости его роста <math>k'_{AE}(t)</math>, скорости роста этой скорости <math>k''_{AE}(t)</math>, <math>C(t)</math>, <math>C'(t)</math>, <math>C''(t)</math> не могут быть определены, однако из физических соображений ясно, что <math>k_{AE}(t) \geq 0</math>, <math>C(t) \geq 0</math>, <math>C'(t) \geq 0</math>.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Временная зависимость параметров акустической эмиссии;</li> <li>2. Прочностная неоднородность процесса разрушения;</li> <li>3. Метрологическая неоднородность условий акустико-эмиссионного наблюдения за рассеянным мелкодисперсным микро-трещинообразованием;</li> <li>4. Всё вышеперечисленное.</li> </ol>
9	Какая из двух стадий процесса разрушения более кратковременна?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стадия локализованного разрушения;</li> <li>2. Стадия делокализованного разрушения;</li> <li>3. Обе стадии равноценны по времени;</li> <li>4. Стадия однородного разрушения.</li> </ol>
10	С точки зрения двухстадийной модели процесса разрушения существующие методики АЭ-прогнозирования ресурса различных объектов делятся на...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. методики локализованного и делокализованного прогноза;</li> <li>2. методики статистического и физического прогноза;</li> <li>3. методики активного и пассивного прогноза;</li> <li>4. методики краткосрочного и долгосрочного прогноза.</li> </ol>
11	Для описания роста повреждаемости материала и излучения сигналов АЭ на первой стадии разрушения используются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уравнения математической статистики</li> <li>2. модели механики развития трещин</li> <li>3. модели, основанные на микромеханике разрушения и кинетической концепции прочности</li> <li>4. уравнения механики сплошной среды</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
12	Размеры микротрещин на первой стадии разрушения ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не связаны с размерами структурных элементов</li> <li>2. коррелируют с размерами структурных элементов, в течение примерно 10% времени действия нагрузок</li> <li>3. остаются практически неизменными и коррелируют с размерами структурных элементов, в течение примерно 90% времени действия нагрузок</li> <li>4. коррелируют с размерами структурных элементов, в течение примерно 90% времени действия нагрузок.</li> </ol>
13	Чему равно соотношение среднего расстояния между разрушенными структурными элементами и их характерным размером при завершении первой стадии разрушения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. числу 4;</li> <li>2. числу 9;</li> <li>3. числу 10;</li> <li>4. числу 3.</li> </ol>
14	Почему параметр $\gamma = \sigma_0 / (KT)$ называется параметром прочностного состояния структурного элемента?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потому что он безразмерен;</li> <li>2. Потому что он связан со временем до разрушения и отражает индивидуальность прочностного состояния структурного элемента;</li> <li>3. Потому что он связан со временем до разрушения структурного элемента;</li> <li>4. Потому что он отражает индивидуальность прочностного состояния структурного элемента.</li> </ol>
15	Что такое акустико-эмиссионный коэффициент?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соотношение между сигналами АЭ и прочностью образца</li> <li>2. Соотношение между амплитудой сигнала АЭ и нагрузкой;</li> <li>3. Отношению величины приложенной нагрузки, при которой регистрируется АЭ, к максимальной величине нагрузки предыдущего цикла нагружения;</li> <li>4. Коэффициент пропорциональности между первичным информативным параметром АЭ и концентрацией микротрещин в материале.</li> </ol>
16	Каков физический смысл акустико-эмиссионного коэффициента?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Это «звучащий» (акустически активный) объем материала диагностируемого объекта;</li> <li>2. Это коэффициент запаса прочности материала диагностируемого объекта;</li> <li>3. Это характеристика акустической активности материала диагностируемого объекта;</li> <li>4. Коэффициент не имеет физического смысла.</li> </ol>

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
17	В чём состоит методология долгосрочного акустико-эмиссионного прогнозирования механического разрушения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В определении времени, оставшегося до момента накопления критической концентрации микротрещин на основе решения содержащей параметры АЭ системы уравнений.</li> <li>2. В стабилизации значений акустико-эмиссионного коэффициента</li> <li>3. В оценке адекватности моделей параметров АЭ процессу разрушения</li> <li>4. В определении времени, оставшегося до момента образования трещины критического размера.</li> </ol>
18	Условия корректности регистрации АЭ состоят в обеспечении во время испытаний:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стабильности контролируемого объема диагностируемого объекта;</li> <li>2. Стабильности коэффициента усиления и порогов дискриминации измерительной системы АЭ и характеристик энергетического или амплитудного распределения сигналов АЭ;</li> <li>3. Подобия диагностического и рабочего нагружения диагностируемого объекта, постоянной скорости диагностического нагружения;</li> <li>4. Всего из перечисленного.</li> </ol>
19	Условие прочности только проверочного расчёта имеют вид	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>[n] &lt; n</math>;</li> <li>2. <math>a = P/A &lt; [a]</math>;</li> <li>3. <math>a = m_i / w &lt; [a]</math>;</li> <li>4. <math>x = MK / WP &lt; [τ]</math>.</li> </ol> <p>Здесь <math>a</math>, <math>τ</math> - соответственно нормальные и касательные напряжения, <math>n</math>-коэффициент запаса прочности</p>
20	<p>Что определяется по этой формуле?</p> $N_{OCT} = N_B \cdot I \cdot EXP^{Y_{AE} A} - NNP$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исходный ресурс, рассчитываемый с помощью АЭ показателя <math>Y_{AE}</math>;</li> <li>2. Остаточный ресурс, рассчитываемый с помощью АЭ показателя <math>Y_{AE}</math>;</li> <li>3. Количество зарегистрированных импульсов АЭ за остаточный промежуток времени;</li> <li>4. Количество импульсов АЭ за период предварительного нагружения.</li> </ol>

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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 предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных 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:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

1. Математическое моделирование в приборных системах: Учебное пособие/ В.В.Носов. Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2019.88 с.
2. 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/> //
3. 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-kompozitsionnyh-materialov-laboratornye-raboty-i-prakticheskie-zanyatiya-60945806/>
4. Носов В.В., Матвиан 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/>
5. 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///>

6. 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>

7. 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. © Allerton Press, Inc., 2020. ISSN 1052-6188, <http://link.springer.com/article/10.3103/S1052618820120110>

## 7.2. Дополнительная литература

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. 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>

4. Носов В.В., Павленко И.А., Артющенко А.П., Григорьев Е.В. Определение ресурса наружного кольца подшипника качения на основе регистрации сигналов и моделирования временной зависимости параметров акустической эмиссии// Контроль. Диагностика. 2020. Т. 23, № 11. С. 26 - 35. DOI 10.14489/td.2020.11.pp.026-034 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44515051>

5. Способ оценки прочности элементов сварного корпуса подводного аппарата: Пат. 2617195 РФ, МПК(51) G01N 29/14 (2006.01)/ - Опубликовано. 21.04.2017. Бюл. № 12 <http://www.findpatent.ru/patent/261/2617195.html>

6. 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>

7. 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/>

8. 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/>

9. 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)

10. 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>

11. 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>

12. 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-uprugo-nagruzhennyh-zagotovok-i..](http://www.docme.ru/doc/1641137/svyaz._-akusticheskoy-e-missii-uprugo-nagruzhennyh-zagotovok-i..)

13. 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)

14. 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/normativnyye-dokumenty-po-nadzoru-v-oblasti-stroitelstva/normativnyye-dokumenty-po-gortekhnadzoru/14894/>

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

16. Носов В.В. Акустико-эмиссионный контроль и диагностика состояния криогенных газификаторов// Neftegaz.RU, Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Информационное агентство Нефтегаз.РУ интернэшнл" (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>

### **7.3. 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 ЮРАИТ» [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/>

### **7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

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. 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/> //
3. 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-tekhnicheskie-nauki/mehanika-kompozicionnyh-materialov-laboratornye-raboty-i-prakticheskie-zanyatiya-60945806/>
4. 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/>
5. 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///>
6. 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.

## 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 возможность подключения к сети «Интернет», лазерный принтер - 1шт, 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 возможность подключения к сети «Интернет», принтер - 1шт.

#### **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 учебно-

го 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 АFG-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 Г3-112 - 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)