

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

Руководитель ОПОП ВО
профессор К.В. Гоголинский

УТВЕРЖДАЮ

Декан механико-
машиностроительного факультета
профессор В.В. Максаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОД АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ
И НАНОТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.5. Машиностроение
Научная специальность:	2.5.9. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды
Отрасли науки:	Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	д.т.н., проф. Носов В.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Метод акустической эмиссии и нанотехнологии диагностирования» составлена в соответствии:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.9. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды.

Составитель:



д.т.н., проф. В.В. Носов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством «24» января 2022 г., протокол № 6.

Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой
метрологии, приборостроения
и управления качеством



д.т.н. К.В. Гоголинский

1. Цели и задачи дисциплины

Расширение области применения и возросшие требования к точности диагностирования методом акустической эмиссии привело к необходимости оптимизации основанных на регистрации сигналов АЭ технологий неразрушающего контроля прочности. В учебном процессе даётся анализ тенденций развития таких технологий, излагаются общие принципы повышения их эффективности, реализация которых показана на разнообразных объектах акустико-эмиссионного контроля.

Цель дисциплины: повышение общенаучной и методологической культуры исследования, формирование знаний о явлении акустической эмиссии (АЭ), нанотехнологиях диагностирования, об объектах, требующих проведения информативного контроля, основных принципах создания, работы и использования аппаратуры АЭ, получения и обработки акустико-эмиссионной информации, технологиях акустико-эмиссионного контроля и диагностики состояния технических объектов, нанохарактеристиках прочности конструкционных материалов и способах их определения.

Задачи изучения дисциплины является освоение:

- принципами информационной оптимизации диагностирования;
- навыками организации и проведения АЭ контроля;
- навыками определения нанохарактеристик работоспособности и

универсальных физических констант.

Применение метода акустической эмиссии для целей диагностирования в различных областях промышленности опирается на аппаратный и методический базисы. Первый заметно развивается, сопровождаясь повышением чувствительности, оцифровкой сигналов, компьютеризацией и автоматизацией регистрации первичной информации, создавая предпосылки расширения номенклатуры объектов диагностирования, дефектоскопии и неразрушающего контроля, второй более консервативен и в значительной степени отстаёт в темпах развития от первого [1, 2, 3], сдерживая перспективные технологические разработки. Возможности регистрации превосходят возможности интерпретации получаемых результатов, контролепригодность и информативность диагностических параметров, явление АЭ и его сущность противопоставлены. Действующие на сегодняшний момент Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля [4] направлены, главным образом, на обеспечение регистрации сигналов АЭ, вопросам же вынесения конечного диагноза уделено меньше внимания. Невоспроизводимость результатов контроля, нерешённость проблемы оценки остаточного ресурса и степени опасности выявляемых дефектов объясняются сложностью сигналов АЭ и акустического канала, неадекватностью используемых моделей, делают вызов АЭ диагностирования.

Неопределённость в интерпретации результатов регистрации сигналов и связи критериев активности источников АЭ с критериями работоспособности сложно нагруженных объектов, дестабилизирующее влияние большого количества факторов приводят к несогласованности этапов контроля и является основным методическим противоречием АЭ диагностирования. Решение проблемы представляется возможным на основе формулировки принципов оптимизации и согласования этапов АЭ контроля.

Методология оптимизации АЭ контроля прочности

Проведение акустико-эмиссионного контроля включает в себя выбор и подготовку аппаратуры, выбор режима и реализацию диагностического нагружения объекта контроля, проведение АЭ испытаний, обеспечение регистрации сигналов АЭ, получение первичной информации, определение информативных диагностических параметров, связанных с характеристиками состояния, степенью опасности дефектов, критериями работоспособности и показателями надёжности объектов диагностирования. Создание алгоритмов АЭ контроля и диагностирования должно базироваться на системном

подходе, рассматривающим его этапы, как звенья единой цепи решения информационной задачи распознавания состояния объекта диагностирования, решение которой завершается генерацией управляющей информации, позволяющей, в конечном счёте, определиться с остаточным ресурсом, необходимостью замены, ремонта или продления срока эксплуатации объекта диагностирования. Разработка технологий АЭ контроля должна опираться на обоснованную методику обработки результатов регистрации сигналов АЭ, связывающую параметры моделей, определяющих работоспособность объекта контроля, с параметрами АЭ. Построение таких моделей должно проводиться методологически строго посредством постепенного многоэтапного логически обоснованного перехода от объекта контроля в процессе абстрагирования.

В качестве критерия оптимизации технологий неразрушающего АЭ контроля прочности следует принимать их способность к обеспечению долгосрочного прогнозирования работоспособности и оценки времени до разрушения. Количественно эту способность можно характеризовать коэффициентом корреляции значений диагностических параметров АЭ или рассчитываемых через них прочностных характеристик со значениями экспериментально определяемых времён до разрушения или образования трещины, разрушающей нагрузки, предела прочности, расчетных значений напряжений или связанного с ними номера зоны промышленной конструкции.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метод акустической эмиссии и нанотехнологии диагностирования» относится к вариативной части Блока «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ОПОП ВО аспирантуры) по направлению подготовки 2.5.9. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды, направленности (профилю) «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды» и изучается в 3 семестре.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание-компетенции (или её части)	В результате проведения научно-исследовательской деятельности обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
-------	--------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------

1.	ПК-1	Способность изучать закономерности физических процессов и явлений, протекающих в преобразователях и приборах контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.	<p>Знать: основные закономерности физических процессов и явлений, протекающих в преобразователях и приборах контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.</p> <p>Уметь: применять основные закономерности физических процессов при разработке преобразователей и приборов контроля.</p> <p>Владеть навыками: анализа физических процессов и явлений, протекающих в преобразователях и приборах неразрушающего контроля качества.</p>	В соответствии с учебным планом
2.	ПК-4	Способность обоснованию и выбору конструктивных и схемных решений приборов и преобразователей во взаимосвязи со свойствами и конструктивными особенностями контролируемых материалов и изделий.	<p>Знать: принципы подбора количества и качества первичных преобразователей и каналов регистрации автоматизированных систем.</p> <p>Уметь: работать с автоматизированными системами регистрации, их настройкой, установкой и оптимизацией транспортировки, хранения и эксплуатации</p> <p>Владеть навыками: использования методологии организации работы, в том числе оптимизации конструктивных схем в зависимости от особенностей объекта контроля.</p>	В соответствии с учебным планом

3.	ПК-6	Способность к совершенствованию технологических процессов с целью обеспечения высокого качества приборов на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации с учетом специфики работы для конкретных видов материалов и изделий.	<p>Знает: принципы совершенствования технологий первичных преобразователей и каналов регистрации автоматизированных систем.</p> <p>Уметь: устанавливать первичные преобразователи на объект контроля, определять скорость сигналов и степень их затухания при прохождении в упругой среде.</p> <p>Владеть навыками: проектирования, изготовления и эксплуатации приборов и автоматизированных систем, в том числе оптимизации конструктивных схем в зависимости от особенностей контролируемых материалов и изделий.</p>	в соответствии с учебным планом
4.	ПК-7	Способность к разработке научных основ создания методов и средств неразрушающего контроля материалов, изделий и окружающей среды.	<p>Знать: научные основы создания методов и средств неразрушающего контроля материалов, изделий и окружающей среды.</p> <p>Уметь: анализировать и обосновывать выбор оптимальных методов и средств неразрушающего контроля материалов, изделий.</p> <p>Владеть навыками: разработки методов и средств неразрушающего контроля материалов, изделий.</p>	в соответствии с учебным планом

*Основными этапами формирования компетенций обучающихся является последовательное выполнение связанных между собой разделов научно-исследовательской деятельности.

3.2. Планируемые результаты обучения и критерии оценивания

В результате обучения по дисциплине обучающийся должен обрести знания, умения и навыки, указанные в разделе 3.1 настоящей программы.

Уровень освоения компетенций обучающимися на каждом этапе ее формирования определяется на основании результатов текущего контроля последовательного изучения содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Уровень освоения компетенций обучающимися по итогам изучения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации. Критерии оценивания сформированности компетенций, применяемые в процессе освоения этапов дисциплины и по итогам ее изучения, приведены в разделе 6 настоящей программы.

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя 8 тем, содержание которых направлено на рассмотрение общих концепций развития науки, ее генезиса и истории, логико-методологических основ научного познания, смены типов научной рациональности, системы ценностей на которые ориентируются ученые.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 36 часов, 1 зачётная единица. Дисциплина изучается в 3 семестре по очной форме обучения. Форма контроля для очной формы обучения: дифференцированный зачет в 3 семестре.

4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	семестры
		3
Общая трудоемкость дисциплины в часах	36	36
Аудиторные занятия всего	36	36
Лекции	4	4
Практические занятия	8	8
Самостоятельная работа (всего)	24	24
Вид аттестации	дифференцированный зачёт	+

4.2. Темы учебной дисциплины и виды занятий

Тема п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			
			лекции	Практи- ческие	контрол- ьные	самосто- ятельн ые
3 семестр						
1.	Раздел 1. Теоретические основы метода акустической эмиссии и диагностических нанотехнологий	9	1	2	-	6
2.	Микромеханическая модель временных зависимостей параметров акустической эмиссии как основы формулировки диагностически ценных параметров.	9	1	2	-	6
3.	Раздел 2. Современные технологии акустико-эмиссионного контроля и нанодиагностики.	9	1	2	-	6
4.	Нанохарактеристики прочности и методики их определения. Оценка работоспособности и ресурса объектов на основе результатов АЭ- контроля.	9	1	2	-	6
	Зачёт					
	Итого по дисциплине	36	4	8		24

4.3. Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы метода акустической эмиссии и диагностических нано-технологий

Тема 1. Определение нанотехнологий диагностирования. Физические основы метода акустической эмиссии. Нанофотоника.

Введение. Структура курса, методы аттестации — зачет, реферат, кандидатский экзамен. Литература и источники по курсу. Назначение, признаки и эффективность нанотехнологий.

Два подхода в диагностировании: статистический и физический.

Самостоятельная работа.

Определение и область применения метода акустической эмиссии и его сравнение с другими видами контроля. История развития метода акустической эмиссии. Классификация нанотехнологий и информативность нанотехнологий диагностирования. Основные определения, преимущества и недостатки нанотехнологий. Стандартизация в области акустико-эмиссионного контроля и технического диагностирования. Нанеохарактеристики прочности конструкционных материалов и способы их оценки. Наноматериалы. Основные определения, область применения, достоинства и недостатки. Нанофотоника. Основные определения, область применения, примеры объектов. Нанобиотехнологии и наномедицина. Основные определения, область применения,

примеры объектов. Физические основы долгосрочного акустико-эмиссионного экспресс-прогнозирования механического разрушения.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [3-5].

Тема 2. Оценка ресурса как основная проблема акустико-эмиссионного диагностирования.

Общие проблемы акустико-эмиссионного диагностирования и направления их решения. Проблема распознавания и фильтрации сигналов акустической эмиссии. Информационная фильтрация как элемент интеллектуального анализа данных акустико-эмиссионного контроля.

Самостоятельная работа.

Основные положения теории надёжности. Современное состояние и перспективы развития метода акустической эмиссии. Методология совершенствования акустико-эмиссионного диагностирования как основа повышения его эффективности. Показатели надёжности технических объектов как предмет АЭ диагностирования. Параметры акустической эмиссии и их физические модели.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [3-5].

Тема 3. Принципы оптимизации технологий акустико-эмиссионного контроля.

Принципы и критерии оптимизации диагностических технологий. Связь параметров акустической эмиссии с процессами, определяющими ресурс.

Самостоятельная работа.

Принципы информационной оптимизации акустико-эмиссионного диагностирования. Связь микро-, нано- и макроуровней в области акустико-эмиссионного контроля прочности. Метрологические аспекты акустико-эмиссионной оценки АЭ-показателей прочностной надёжности.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [3-5].

Тема 4. Микромеханическая модель временных зависимостей параметров акустической эмиссии как основы формулировки диагностически ценных параметров.

Построение модели временных зависимостей параметров АЭ. Связь параметров АЭ с параметрами долговечности и надёжности. Структура модели, её нанопараметры и ресурс объекта контроля.

Самостоятельная работа.

Элементы, структура, обоснованность, фильтрационная информативность микромеханической модели. Основы применения микромеханической модели акустической эмиссии для диагностики изделий из композиционных материалов.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [3-5].

Раздел 2. Современные технологии акустико-эмиссионного контроля и нанодиагностики.

Тема 5. Анализ основных систем классификации источников и технологии АЭ-контроля.

. Самостоятельная работа. Измерительная акустико-эмиссионная система и способы определения координат источников АЭ. Основные руководящие документы АЭ контроля. Рекомендуемая литература: основная: [1-2]; дополнительная: [3-5].

Тема 6. Информативная фильтрация сигналов АЭ как основа оптимизации неразрушающего АЭ контроля

Самостоятельная работа.

Обзор видов фильтрации сигналов АЭ и методов АЭ-прогнозирования ресурса. Рекомендуемая литература: основная: [1-2]; дополнительная: [3-5].

Тема 7. Нанохарактеристики прочности и методики их определения. Оценка работоспособности и ресурса объектов на основе результатов АЭ-контроля.

Понятие активационного объёма и энергии активации процесса разрушения.

Самостоятельная работа.

Методы и инструменты исследования и сертификации наноматериалов и наноустройств. Определение координаты источника АЭ, скорости прохождения и коэффициента затухания упругой волны в материале.

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [3-5].

Тема 8. Анализ эффективности нанотехнологий диагностирования

Самостоятельная работа. АЭ-диагностика сосудов, работающих под давлением. АЭ контроль продукции в процессе производства. Оценка удароопасности участка массива горных пород на основе микромеханической модели акустической эмиссии, зафиксированной после технологического взрыва. Технологии и специальное оборудование для опытного и промышленного производства наноматериалов и наноустройств

Рекомендуемая литература:

основная: [1-2];

дополнительная: [3-5].

5. Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины .

При изучении дисциплины «Метод акустической эмиссии и нанотехнологии диагностирования» обучающийся использует учебную, научную, исследовательскую базу университета в установленном порядке.

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.

Консультации (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета, экзамена) 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.

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

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, 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 и итогового контроля изучения дисциплины

6.1 Цель и основные задачи текущего контроля по дисциплине

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение на консультациях вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ);
- участие в дискуссии по наиболее актуальным темам дисциплины (устный ответ);
- подготовка докладов;
- выполнение тестовых заданий.

6.2 Критерии оценивания результатов текущего контроля

Критерии оценивания устных ответов обучающихся

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

7 Обеспеченность литературой

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.
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.:
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
4. Носов В.В., Ямилова Х.Р. Метод акустической эмиссии. Учебное пособие. Издво «Лань», СПб, 2017, 304 с.

7.1.2 Дополнительная литература

1. Объекты и технологии акустико-эмиссионного контроля и диагностики: Учебно-методический комплекс/, Санкт-Петербургский горный университет, Сост. В.В.Носов СПб, 2018, 148
2. Физические основы акустического контроля: Учебно- методический комплекс / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: ХИ. Потапов, ВВ. Носов. СПб, 2016. 151 с3. Носов В.В., Матвиан 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 - 20.
4. Способ оценки прочности элементов сварного корпуса подводного аппарата: Пат. 2617195 РФ, МПК(51) GOIN 29/14 (2006.01)/ Оpubл 21.04.2017. Бюл № 12
5. 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
6. Носов В.В., Ямилова Х.Р., Зеленский Н.А., Матвиан И.В. Оптимизация акустико-эмиссионного контроля прочности сварных соединений“ Вестник МЭИ, 2017, № 2. С. 96-101.
7. Носов В.В., Ямилова А.Р., Зеленский Н.А., Матвиан ИВ. Методика неразрушающего акустико-эмиссионного контроля прочности сварных соединений// Вестник МЭИ, 2017, № 3. С. 92-101
8. 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
9. 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.
10. Носов В.В. Контроль прочности неоднородных материалов методом акустической ЭМИССИИ// Записки Горного института. 2017. т. 226. С. 469-479
11. Носов В.В., Махмудов ХО. Связь акустической эмиссии упруго нагруженных заготовок и качества проката из них Н Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки.2016, Т.21, л 2 3. С. 1195-1198.
12. 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 Санкт-Петербург.
13. 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.
14. ГОСТ Р 55045-2012. Техническая диагностика. Акустико-эмиссионная диагностика. Термины, определения и обозначения.

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/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека <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/.
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.
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

1. Физические основы акустического контроля: Учебно-методический комплекс / СанктПетербургский горный университет. Сост.: ХИ. Потапов, ВВ. Носов. СПб, 2016. 151 с.
2. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: Учебное пособие 2016, 2-е изд. Испр и доп, «Лань», СПб, - 376 с.
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.
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
5. Носов В.В, Ямилова Х.Р. Метод акустической эмиссии. Учебное пособие. Изд-во «Лань», СПб, 2017, 304 с.

7.4. Ресурсы сети «Интернет»

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/.
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/.
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки СГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

7.4 Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>

Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64»<https://elnit.org>

7.5 Современные профессиональные базы данных:

- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

7.6 Информационные справочные системы:

- 1 Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.
2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.
- 3.000 «Современные медиа технологии в образовании и культуре». <http://www.infonio.ru/>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы: Санкт-Петербург, Средний проспект ВО, д.82, литера А, Учебный центр №2,

8.2 Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования: 1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

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 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 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, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места обучающихся, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2007.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года). Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для аспирантов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для обучающихся (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для обучающихся (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года). Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения».

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

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., балон 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., стуля – 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. Библиотека Университета

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система АИБС
Санкт-Петербург, 21 -я линия ВО, Учебный центр №1	307 посадочных мест; 74 посадочных места, оснащенные персональными компьютерами с доступом к сети Интернет; 149 единиц компьютерного оборудования; 42 единицы копировально-множительной техники	MARK-SQL, ирбис