

**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**  
**доцент И.А. Жуков**

---

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ И ПРИВОДОВ***  
***МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	15.04.02 Технологические машины и оборудование
<b>Направленность (профиль):</b>	Инжиниринг технологических машин и оборудования в металлургии
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составители:</b>	профессор Иванов С.Л. , профессор Романов П.И.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Мониторинг и диагностика систем и приводов металлургических машин и оборудования» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «15.04.02 Технологические машины и оборудование», утвержденного приказом Минобрнауки России № 1026 от 14.08.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «15.04.02 Технологические машины и оборудование «Инжиниринг технологических машин и оборудования в металлургии».

Составители \_\_\_\_\_ д.т.н. профессор Иванов С.Л.

\_\_\_\_\_ д.т.н. профессор Романов П.И.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры Машиностроение от 09.02.2023 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., Жуков И.А.  
доцент

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Мониторинг и диагностика систем и приводов металлургических машин и оборудования – дисциплина вариативной части федерального государственного образовательного стандарта, являющаяся комплексной общетехнической дисциплиной, включающей: изучение общих вопросов надежности, основ технической диагностики и способов оценки ресурса трансмиссий технологических машин.

**Цель изучения дисциплины** – целью дисциплины является системное изучение методов и средств обеспечения качества и надежности металлургических машин и оборудования, в частности, их трансмиссий в процессе эксплуатации и на этапе проектирования, а также изучение основ теории надежности и диагностики и взаимосвязи их с эффективностью работы, безопасностью эксплуатации машин.

Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский, проектно-конструкторский, производственно-технологический. Основной задачей дисциплины является формирование стратегии системного подхода при техническом обслуживании и ремонте металлургических машин и оборудования.

**Основными задачами дисциплины являются:**

- **изучение** требований к металлургическим машинам и оборудованию их принципы работы; общих вопросов надежности, диагностики и оценки ресурса трансмиссий приводов металлургических машин;
- **овладение** современными методами диагностирования приводов металлургических машин;
- **формирование:**
- навыков работы с основными диагностическими приборами;
- способностей для творческого естественно-научного мышления;
- способностей применять полученные знания для высокопроизводительного использования металлургических машин и оборудования машин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Мониторинг и диагностика систем и приводов металлургических машин и оборудования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «15.04.02 Технологические машины и оборудование» и изучается в 3 и 4 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Мониторинг и диагностика систем и приводов металлургических машин и оборудования» являются «Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта металлургических машин и оборудования», «Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента», «Компьютерные технологии в машиностроении», «Научные основы технологии машиностроения», «Методология научных исследований в области машиностроения».

Учебная дисциплина «Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта металлургических машин и оборудования» является предшествующей для ряда учебных дисциплин по направлению подготовки 15.04.02 – «Технологические машины и оборудование» и на основе знаний, умений и компетенций, приобретенных студентом в процессе ее изучения, формируются соответствующие знания, умения и компетенции для освоения последующих учебных дисциплин: «Реинжиниринг процессов и производств», «Технологичность металлургических машин и ее обеспечение», «Жизненный цикл изделия и производственные риски», «Основы инженерии металлургических машин», «Металлургические машины и оборудование», а также при написании выпускной квалификационной работы магистра.

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

Процесс изучения дисциплины «Мониторинг и диагностика систем и приводов металлургических машин и оборудования» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен проводить анализ инженерных проблем, разрабатывать и принимать инженерные решения при проектировании металлургических машин и оборудования	ПКС-3	ПКС-3.1. Знает лучшие инженерные практики в области металлургических машин и оборудования ПКС-3.2. Умеет использовать программное обеспечение, применяемое при проектировании металлургических машин и оборудования ПКС-3.3. Владеет навыками в разработке технических проектов на производство металлургических машин и оборудования, чтения конструкторской и технологической документации, проведении мероприятий, направленных на повышение качества изготавливаемой продукции

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единицы, 180 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		3	4
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>80</b>	<b>56</b>	<b>24</b>
Лекции (Л)	40	28	12
Практические занятия (ПЗ)	40	28	12
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>100</b>	<b>70</b>	<b>30</b>
Подготовка к лекциям	10	5	5
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	10	5	5
Расчетно-графическая работа (РГР)	24	12	12
Реферат	18	18	
Домашнее задание	5		5
Аналитический информационный поиск	12	12	
Работа в библиотеке	12	12	
Подготовка к зачету / дифф. зачету	9	6	3
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) / зачет (З)</b>		<b>ДЗ</b>	<b>З</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>126</b>	<b>54</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>1,5</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа

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

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1 «Основные положения о технической диагностике и мониторинге металлургических машин и их связь с надежностью»	63	14	14	-	35
Раздел 2 «Обзор и анализ методов технической диагностики и мониторинга систем и приводов металлургических машин и оборудования»	63	14	14	-	35
Раздел 3 «Выбор метода технической диагностики и мониторинга при решении задач в процессе эксплуатации систем и приводов металлургических машин и оборудования и необходимость их диагностирования»	54	12	12	-	30

<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>100</b>
---------------	------------	-----------	-----------	----------	------------

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Основные положения о технической диагностике и мониторинге металлургических машин и их связь с надежностью	Металлургические машины и оборудование как предмет диагностирования. Виды и причины возникновения отказов и неисправностей трансмиссий технологических машин и агрегатов. Факторы, влияющие на работоспособность деталей и механизмов. Показатели надежности. Работоспособное и неработоспособное состояния металлургических объектов. Связь надежности и диагностики металлургических машин. Техническая диагностика. Техническое диагностирование. Контроль технического состояния. Виды средств технического диагностирования.	14
2	Обзор и анализ методов технической диагностики и мониторинга систем и приводов металлургических машин и оборудования	Системы мониторинга и принципы создания таких систем. Техническое состояние трансмиссий металлургических машин. Классификация методов технического диагностирования металлургических машин. Физические методы технической диагностики. Параметрические методы технической диагностики. Методы мониторинга. Модели и алгоритмы диагностирования, выбор диагностических признаков и решающих правил.	14
3	Выбор метода технической диагностики и мониторинга при решении задач в процессе эксплуатации систем и приводов металлургических машин и оборудования.	Применение методов и средств диагностики для контроля и прогнозирования технического состояния машин и агрегатов в металлургии. Диагностические признаки состояния. Обоснование выбора системы технического обслуживания и ремонта машин и оборудования.	12
<b>Итого:</b>			

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Анализ систем технического обслуживания и ремонта металлургических машин и оборудования.	14
2	Раздел 2	Обоснование методов и средств диагностики для контроля и прогнозирования технического состояния металлургических машин и агрегатов	14
3	Раздел 3	Обоснование перспективной системы ТОиР металлургических машин и оборудования на основе средств диагностики..	12

#### 4.2.4. Лабораторные работы

лабораторные работы не предусмотрены

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

курсовые работы 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.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

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

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

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

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

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

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

**Раздел 1.** Основные положения о технической диагностике и мониторинге металлургических машин и их связь с надежностью

1. Свойства надежности
2. Показатели надежности
3. Комплексные показатели надежности
4. Законы распределения
5. Определения надежности

**Раздел 2.** Обзор и анализ методов технической диагностики и мониторинга систем и приводов металлургических машин и оборудования

1. Классификация и анализ методов технической диагностики
2. Методы контроля эффективности эксплуатации
3. Модели и алгоритмы диагностирования

4. Применение методов и средств диагностики
5. Стенды для оценки качества трансмиссий

### **Раздел 3. Выбор метода технической диагностики и мониторинга при решении задач в процессе эксплуатации систем и приводов металлургических машин и оборудования**

1. Способы оценки остаточного ресурса
2. Виброакустический метод
3. Энергетический метод
4. Средства для определения и контроля состояния машин
5. Использование технической диагностики при организации систем ТОиР металлургических машин и оборудования

#### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

##### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф.зачету / зачету (по дисциплине):**

1. Понятия свойств надежности технологического оборудования.
2. Экономический аспект проблемы надежности
3. Обеспечение надежности долговечности и безотказности машин методами сервисного технического обслуживания
4. Единичные и обобщенные показатели надежности, их применение при оценке надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.
5. Оценка вида закона изменения случайной величины по экспериментальным данным
6. Повышение долговечности деталей подвергающихся износу.
7. Оценка надежности системы с последовательным и параллельным соединением элементов.
8. Основные понятия и термины, применяемые при расчете надежности (изделие, элемент, система, исправное состояние, работоспособное состояние, неработоспособное и т.д).
9. Основные эксплуатационные мероприятия по поддержанию надёжности технологических машин
10. Испытания на надежность
11. Дайте определение термину «техническая диагностика».
12. Дайте определение термину «техническое диагностирование».
13. Дайте определение термину «контроль технического состояния».
14. Дайте определение термину «система мониторинга».
15. Какими бывают виды диагностирования?
16. Какими бывают виды средств контроля технического состояния?
17. Назовите показатели теории технической диагностики, которые говорят о связи с теорией надежности.
18. Какие принципы необходимо соблюдать для построения системы мониторинга?
19. Перечислите основные задачи мониторинга и технической диагностики.
20. По какой классификации делят методы технического диагностирования?
21. Какими бывают методы по глубине выявления отказа?
22. Какими бывают методы по воздействию на объект?
23. Какими бывают методы по физической природе диагностических параметров?
24. Перечислите основные физические методы технической диагностики.
25. Перечислите основные параметрические методы технической диагностики.
26. Перечислите основные методы мониторинга.
27. На основании каких данных производят выбор метода технической диагностики?
28. Что представляют собой диагностические параметры (признаки)?
29. Как выбрать диагностические параметры для решения поставленной задачи?
30. Какими могут быть диагностические модели?



## 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету/зачету

1	Коэффициент готовности характеризует:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вероятность безотказной работы</li> <li>2. Долговечность</li> <li>3. Безотказность + ремонтпригодность</li> <li>4. Сохраняемость + ремонтпригодность</li> </ol>
2	Свойство объекта выполнять требуемые функции в течение заданного интервала времени или наработки НАЗЫВАЮТ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Долговечностью</li> <li>2. Безотказностью</li> <li>3. Сохраняемостью</li> <li>4. Ремонтпригодностью</li> </ol>
3	Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования НАЗЫВАЮТ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Долговечностью</li> <li>2. Безотказностью</li> <li>3. Ремонтпригодностью.</li> <li>4. Надежностью</li> </ol>
4	Свойство объекта выполнять требуемые функции до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта НАЗЫВАЮТ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Долговечностью</li> <li>2. Безотказностью</li> <li>3. Сохраняемостью</li> <li>4. Ремонтпригодностью.</li> </ol>
5	Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно, НАЗЫВАЮТ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повреждением</li> <li>2. Отказом</li> <li>3. Предельным</li> <li>4. Неработоспособным</li> </ol>
6	Утрата объектом способности выполнять требуемую функцию НАЗЫВАЮТ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повреждением</li> <li>2. Отказом</li> <li>3. Предельным</li> <li>4. Неработоспособным</li> </ol>
7	Какой план наблюдений соответствует ситуации, когда под контроль взято некоторое число объектов, каждый из них работает до отказа и после отказа объект снимается с учета:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. N,U,N</li> <li>2. N,U,T</li> <li>3. N,U,r</li> <li>4. N,R,T</li> </ol>
8	Стендовые испытания машины производятся	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для определения механических и эксплуатационных характеристик машины</li> <li>2. Для выявления дефектов сборки</li> <li>3. Для уточнения параметров машин</li> <li>4. Для определения КПД</li> </ol>
9	Сколько простых свойств объекта включает в себя надежность?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Одно</li> <li>2. Два</li> <li>3. Три</li> <li>4. Четыре</li> </ol>
10	Что такое безотказность объекта?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способность работать без отказов</li> <li>2. Способность работать без отказов в течение заданного времени, или наработки</li> <li>3. Способность работать с минимальным количеством отказов</li> <li>4. Способность работать с заданным количеством отказов</li> </ol>

№	Вопросы	Варианты ответов
11	Что такое ремонтпригодность объекта?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приспособленность объекта только к предупреждению отказов</li> <li>2. Приспособленность объекта только к обнаружению отказов</li> <li>3. Приспособленность объекта только к устранению отказов</li> <li>4. Приспособленность объекта ко всем указанным выше действиям</li> </ol>
12	Что такое долговечность объекта?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойство объекта</li> <li>2. Показатель надежности</li> <li>3. Способность работать без ремонта</li> <li>4. Нарботка</li> </ol>
13	Что такое предельное состояние объекта?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объект не может эксплуатироваться из-за отказа</li> <li>2. Объект неисправен</li> <li>3. Объект не может эксплуатироваться по условиям безопасности из-за ухода его параметров за допустимые пределы</li> <li>4. Объект может эксплуатироваться, но с меньшей производительностью</li> </ol>
14	Что такое отказ объекта?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарушение его исправности</li> <li>2. Событие, заключающее в потере объектом его работоспособности</li> <li>3. Достижение объектом предельного состояния</li> <li>4. Невозможность обеспечить заданную производительность</li> </ol>
15	Частным случаем какого распределения является экспоненциальное?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нормального</li> <li>2. Логарифмически-нормального</li> <li>3. Гамма-распределения</li> <li>4. Усеченно-нормального</li> </ol>
16	Какой из перечисленных методов сбора статистической информации является наиболее эффективным?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хронометражные наблюдения и испытания машин в производственных условиях</li> <li>2. Бортовые журналы машин</li> <li>3. Ведомости дефектов и учета восстановленных деталей и узлов</li> <li>4. Акты о состоянии оборудования после отработки определенного срока</li> </ol>
17	Что такое – нахождение оптимального решения задачи?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор критерия оптимизации</li> <li>2. Выбор цели</li> <li>3. Выбор нескольких критериев</li> <li>4. Нахождение экстремума искомой функций</li> </ol>
18	Чем принципиально отличается модель физического объекта (системы) от его макета?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Масштабом</li> <li>2. Детализацией</li> <li>3. Способностью воспроизведения реального процесса</li> <li>4. Стоимостью изготовления</li> </ol>
19	Причиной аварийного износа НЕ является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нештатный режим смазки</li> <li>2. Несвоевременная замена изношенных деталей</li> </ol>

		3. Воздействие низких и высоких температур 4. Технологические нагрузки
<b>№</b>	<b>Вопросы</b>	<b>Варианты ответов</b>
20	Система в обязательном порядке характеризуется четырьмя свойствами. Укажите, какому свойству соответствует утверждение: система может рассматриваться как подсистема (элемент) системы более высокого уровня, при этом в ее составе отчетливо могут быть выделены объекты (элементы) связанные между собой:	1. Целостность и делимость 2. Наличием устойчивых связей 3. Организация 4. Эмерджентность
21	Система в обязательном порядке характеризуется четырьмя свойствами. Укажите, какому свойству соответствует утверждение: система характеризуется наличием определенной иерархии, что проявляется в снижении энтропии (степени неопределенности) системы по сравнению с энтропией системоформирующих факторов, определяющих возможность создания системы. Иерархия – это упорядоченность компонентов системы по степени важности.	1. Целостность и делимость 2. Наличием устойчивых связей 3. Организация 4. Эмерджентность
22	Система в обязательном порядке характеризуется четырьмя свойствами. Укажите, какому свойству соответствует утверждение: система предполагает наличие таких качеств (свойств), которые присущи системе в целом, но не свойственны ни одному из ее элементов в отдельности	1. Целостность и делимость 2. Наличием устойчивых связей 3. Организация 4. Эмерджентность
23	Система в обязательном порядке характеризуется четырьмя свойствами. Укажите, какому свойству соответствует утверждение: система существует как некоторое целостное образование, за счет взаимодействия между элементами системы на интервале времени, не равном нулю, большем, чем мощность взаимодействий этих же элементов с внешней средой	1. Целостность и делимость 2. Наличием устойчивых связей 3. Организация 4. Эмерджентность
24	К свойствам надежности не относятся:	1. Долговечность 2. Ресурс 3. Ремонтопригодность 4. Безотказность
25	Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при его производстве, ремонте и утилизации <b>НАЗЫВАЮТ</b>	1. Агрегатирование 2. Технологичность 3. Стандартизация 4. Унификация

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

**6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)**

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
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, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

*Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

### 6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

### 6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Носов, В.В. Диагностика машин и оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Носов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 376 с.
2. Ушаков, В.М. Неразрушающий контроль и диагностика горно-шахтного и нефтегазового оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Ушаков. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2006. — 318 с.
3. Максаров, Вячеслав Викторович. Машины и оборудование [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Максаров, А. В. Михайлов, С. Л. Иванов. - СПб. : Горн. ун-т, 2015. - 385 с.
4. Проектирование механизмов и машин: эффективность, надежность и техногенная безопасность: учебное пособие - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 260 с.
5. Дорохов, А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учебник / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 20911-75; введ. 1991-01-01. – М.: Стандартиформ, 2009. 23 с.
2. ГОСТ Р 53564-2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга. – введ. 2011-01-01. – М.: Стандартиформ, 2019. 33 с.
3. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения. – Взамен ГОСТ 27.002-89; введ. 2017-03-01. – М.: Стандартиформ, 2016. 42 с.
4. Киселев Ю.В. Основы теории технической диагностики. – Самара: СГАУ, 2004. 138 с.
5. Куликов Г.Б. Основы технической диагностики: учеб. пособие / Г.Б. Куликов; Моск. гос. ун-т печати им. Ивана Федорова. – М.: МГУП им. Ивана Федорова, 2013. 168 с.
6. Науменко А.П. Методы технической диагностики: Материалы лекций. – Омск: ОмГТУ, 2016. 125 с.
7. Шайхутдинов Д.В. Методы мониторинга и диагностики динамических сложных систем на базе средств имитационного моделирования / Д.В. Шайхутдинов // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 11. С. 146-153

#### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

- 1 Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта металлургических машин и оборудования: Методические указания к самостоятельным работам /Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: С.Л. Иванов, А.В. Михайлов, В.В. Габов, П.В. Иванова. СПб, 2020. 21 с.
- 2 Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта металлургических машин и оборудования. Расчет сосудов с жидким металлом: Методические указания к самостоятельным работам /С.Л. Иванов, И.Е. Звонарев, А.В. Михайлов . СПб, 2021. 27 с (методические указания)
- 3 Иванов, Сергей Леонидович. Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта металлургических машин и оборудования [Текст] : учеб. пособие. Ч.1 : / С.Л.Иванов, П.В.Иванова, С.Ю.Кувшинкин. - Санкт-Петербург: Айсинг, 2021. - 102 с.
- 4 Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта металлургических машин и оборудования. Предметный учебно-методический комплект (пороговые требования по дисциплине) /С.Л. Иванов, П.В. Иванова - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2021. 74с.
- 5 Научные основы проектирования, эксплуатации и ремонта металлургических машин и оборудования. Разработка программы и методики приемочных испытаний металлургических

машин: Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет Сост.: С.Л. Иванов, П.В. Иванова, Д.А. Шибанов, А.И. Бабилов. СПб., 2021. 38с

6. Мониторинг и диагностика систем приводов технологических машин и оборудования. Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет Сост.: С.Л. Иванов, П.И. Романов, В.И. Князькина, А.А. Мякотных. СПб., 2021. 20с.

7 Иванов С.Л. Надежность технологических машин и оборудования: Учеб. пособие / С.Л. Иванов, А.В. Михайлов, И.А. Королев; СПб.: ЛЕМА. 2018 – 82с

8 Учебно-методические материалы на информационно-образовательном портале <http://ior.spmi.ru/>.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

10. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

11. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

12. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

13. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

14. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

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

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

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

Лаборатории оснащены учебно-научным комплексом программирования станков с ЧПУ, а также токарным и фрезерным станками с ЧПУ (PICO TURN 250, PICO MILL 250).

В учебном процессе используется интерактивный класс по программированию и разработке управляющих программ для современных систем ЧПУ, включая учебные станки с ЧПУ PICO TURN 55, PICO MILL 55.

Для проведения лекционных и практических занятий используется компьютерный класс, оборудованный техникой из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим местом преподавателя и мультимедийным оборудованием, объединенные локальной сетью.

Специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа и практических занятий, оснащена мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Мебель лабораторная:

Стул – 38 шт., стол – 38 шт., стол лабораторный – 1 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная меловая – 1 шт., стеллаж для моделей – 6 шт.;

Компьютерная техника:

АРМ преподавателя ПК с выходом в сеть «Интернет» (монитор + системный блок); мультимедийный проектор – 1 шт.;

Учебная лаборатория оснащена оборудованием и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных и практических работ.

Мебель лабораторная:

Стол – 6 шт., стул – 20 шт., шкаф – 1 шт., верстак – 3 шт., доска аудиторная меловая – 1 шт., парта – 1 шт.;

Оборудование и приборы:

Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ – 1 шт., станок (мини) токарный с ЧПУ PicoTurn CNC 180500 – 1 шт., учебно-научный комплекс для интерактивного программирования и разработки управляющих программ на станках с ЧПУ (токарный станок, фрезерный станок – 1 шт., шкаф – 1 шт., верстак – 3 шт., измеритель инструмента), Робот МП-90 – 1 шт.;

Компьютерная техника:

ПК для наладки (монитор + системный блок) – 1 шт., (возможность подключения к сети «Интернет»)

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных и практических работ. Так же имеется комплект аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Мебель лабораторная:

Стул – 21 шт., стол – 2 шт., стол преподавательский – 1 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., шкаф архивный – 1 шт.;

Оборудование и приборы:

учебно-научный комплекс для интерактивного программирования и разработки управляющих программ на станках с ЧПУ (токарный станок с ЧПУ – 1 шт., фрезерный станок с ЧПУ – 1 шт.,

Компьютерная техника:

АРМ преподавателя ПК с выходом в сеть «Интернет» (монитор + системный блок); мультимедийный проектор – 1 шт.;

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по проводимой дисциплине "Научные основы технологии машиностроения".

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

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» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», 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 студентов, 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 ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (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

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 колесах – 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:**

1. Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
2. Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)
4. Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)
5. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).