

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электрическая тяга»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**Б1.В.10 «ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА»**  
для направления  
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
по профилю  
**«Электрический транспорт»**

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Электрическая тяга» Протокол № 6 от «13» января 2025 г.

Заведующий кафедрой  
«Электрическая тяга»  
«13» января 2025 г.

*A.M. Евстафьев*

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
«13» января 2025 г.

*A.E. Цаплин*

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа дисциплины «Техническая диагностика» (Б1.В.10) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 144, с учетом требований работодателя ГУП «Петербургский метрополитен» к выпускнику бакалавриата по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", профиль «Электрический транспорт».

Целью изучения дисциплины является освоение студентами знаний в области физических основ технической диагностики, неразрушающего контроля и методов оценки технического состояния деталей и узлов подвижного состава, технологий технического диагностирования и принципов технического обслуживания подвижного состава.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение физических основ технической диагностики и неразрушающего контроля, методов оценки технического состояния подвижного состава, приборов неразрушающего контроля и средств технической диагностики оборудования подвижного состава, принципов технического обслуживания и методов прогнозирования ресурса тягового подвижного состава;
- овладение студентами методики диагностирования технического состояния узлов и агрегатов подвижного состава в эксплуатации и так же при проведении его ТО и ТР, навыками применения средств и методов неразрушающего контроля для контроля технического состояния оборудования локомотивов.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе магистратуры индикаторами достижения компетенций

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>		<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
ПК-2 Выполнение технического задания на разработку системы электропривода		
ПК-2.2.3	Обучающийся умеет: – выполнять необходимые расчеты для оформления технического задания на разработку проекта системы электропривода.	
ПК-2.3.1	Обучающийся имеет навыки: - изучение материалов для составления технического задания на разработку проекта системы электропривода.	
ПК-4 Разработка простых узлов, блоков системы электропривода		
ПК-4.1.2	Обучающийся знает: - требования нормативных документов к устройству простых узлов, блоков системы электропривода.	
ПК-4.1.5	Обучающийся знает: - типовые проектные решения по простым узлам, блокам системы электропривода, аналогичным подлежащим разработке.	

### **3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения

Таблица 4.1.

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
Контактная работа (по видам учебных занятий)	40
В том числе:	
– лекции (Л)	20
– практические занятия (ПЗ)	10
– лабораторные работы (ЛР)	10
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	100
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час /	144/4

3.е.		
------	--	--

Для заочной формы обучения

Таблица 4.2.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– практические занятия (ПЗ)	4
– лабораторные работы (ЛР)	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	124
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Примечание: «Форма контроля» – зачет (3), Курсовая работа (КР).

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Основные понятия технической диагностики	<b>Лекция 1</b> Предмет, задачи и основы методологии технической диагностики подвижного состава. Общие понятия: - техническое диагностирование; - контроль технического состояния; - прогнозирование технического состояния; - рабочее техническое диагностирование;	ПК-4.1.2, ПК-4.1.5

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- тестовое техническое диагностирование;</li> <li>- экспресс-диагностирование;</li> <li>- виды средств технического диагностирования;</li> <li>- алгоритмы диагностирования;</li> <li>- диагностические параметры;</li> <li>- электровоз как объект диагностирования;</li> <li>- классификация методов диагностирования электроподвижного состава;</li> <li>- комплексная система диагностирования электроподвижного состава;</li> <li>- человек оператор</li> </ul> <p><b>Практическое занятие 1</b>  <b>Изучение нормативной документации по технической диагностике</b>  <b>Самостоятельная работа</b>  <b>Выполнение курсовой работы</b></p>	
2	Диагностические модели ДМ	<p><b>Лекция 2</b>  <b>Определение ДМ. Назначение ДМ.</b>  <b>Виды ДМ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аналитические модели;</li> <li>- функциональные модели.</li> </ul> <p><b>Самостоятельная работа</b>  <b>Выполнение курсовой работы</b></p>	ПК-4.1.2, ПК-4.1.5
3	Расчет зависимости числовых характеристик контролируемых параметров от пробега	<p><b>Лекция 3</b>  <b>Метод расчета зависимостей числовых характеристик контролируемых параметров от пробега</b></p> <p><b>Практическое занятие 2</b>  <b>Расчет зависимости числовых характеристик контролируемых параметров от пробега</b></p> <p><b>Самостоятельная работа</b>  <b>Выполнение курсовой работы</b>  <b>Подготовка к выполнению лабораторной работы (Л.5)</b></p>	ПК-2.2.3, ПК-2.3.1
4	Основы безразборной диагностики подшипников качения (БДП)	<p><b>Лекция 4</b>  <b>Физические основы БДП.</b>  <b>Диагностический сигнал и его источники. Колебательные величины, используемые при БДП. Измерение и обработка диагностического сигнала.</b>  <b>Структура диагностирования для БДП. Технология состояния определения</b></p>	ПК-4.1.2, ПК-4.1.5

		<p>подшипников в условиях депо</p> <p><b>Практическое занятие 3</b></p> <p>Технология виброакустической диагностики</p> <p><b>Лабораторная работа 1</b></p> <p>Определение состояния подшипникового узла методом акустической эмиссии</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Выполнение курсовой работы</p> <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы (Л.2)</p>	
5	Неразрушающий контроль (НК)	<p><b>Лекция 5</b></p> <p>Магнитопорошковый метод контроля (МПК). Физические основы МПК. Способы реализации МПК. Виды и способы намагничивания деталей. Дефектоскопы и вспомогательные средства контроля. Магнитные индикаторы. Вихретоковый метод контроля (ВТК).</p> <p>Физические основы ВТК. Типы вихретоковых преобразователей (ВТП).</p> <p>Глубина проникновения вихретоков в деталь.</p> <p>Принципы действия вихретокового дефектоскопа с параметрическим ВТП.</p> <p>Вихретоковые дефектоскопы.</p> <p>Технология ВТК.</p> <p>Ультразвуковой метод контроля (УЗК). Физические основы УЗК. Волны и их параметры. Акустические характеристики материалов.</p> <p>Преобразование волн на границе разделов двух сред.</p> <p>Условия прохождения и отражения волн. Влияние шероховатости поверхности на распространение волн.</p> <p>Излучение и приём волн.</p> <p>Устройство и характеристики пьезоэлектрического преобразователя. Принципы действия эхо-импульсного дефектоскопа. Сущность эхо-импульсного метода.</p> <p><b>Лабораторная работа 2</b></p>	<p>ПК-4.1.2, ПК-4.1.5, ПК-2.2.3, ПК-2.3.1</p>

		<p>Вихретоковый контроль деталей механической части электрического подвижного состава</p> <p><b>Лабораторная работа 3</b></p> <p>Ультразвуковой контроль вала шестерни тягового редуктора электропоезда ЭР-2</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Выполнение курсовой работы</p> <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы (Л.3)</p>	
6	Диагностика тяговых двигателей	<p><b>Лекция 6</b></p> <p>Диагностика электроизоляционной конструкции. Диагностика магнитной системы.</p> <p>Диагностика коллекторно-щёточного аппарата</p> <p><b>Практическое занятие 4</b></p> <p>Технология определения состояния электроизоляционной конструкции</p> <p><b>Лабораторная работа 4</b></p> <p>Диагностика тяговых двигателей электровозов с помощью системы контроля и диагностики локомотива «ДОКТОР — 30 zm</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Выполнение курсовой работы</p> <p>Подготовка к выполнению лабораторной работы (Л.6)</p>	ПК-4.1.2, ПК-4.1.5
7	Понятие о прогнозировании технического состояния	<p><b>Лекция 7</b></p> <p>Общие положения прогнозирования технического состояния. Методы прогнозирования состояния механического и электрического оборудования подвижного состава</p> <p><b>Практическое занятие 5</b></p> <p>Прогнозирование состояния механического оборудования</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Выполнение курсовой работы</p>	ПК-4.1.2, ПК-4.1.5
8	Экспертные диагностические системы	<p><b>Лекция 8</b></p> <p>Понятие экспертной системы.</p> <p>Организация экспертной системы</p> <p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Выполнение курсовой работы</p>	ПК-4.1.2, ПК-4.1.5

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

*Для очной формы обучения:*

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия и определения технической диагностики.	2	2	-	10	14
2	Диагностические модели.	2	-	-	10	12
3	Расчет зависимости числовых характеристик контролируемых параметров от пробега	2	2	-	20	24
4	Основы безразборной диагностики подшипников качения	4	2	4	14	24
5	Неразрушающий контроль	4	-	4	10	18
6	Диагностика тяговых двигателей	2	2	2	16	22
7	Понятие о прогнозировании технического состояния подвижного состава	2	2	-	16	20
8	Экспертные диагностические системы	2	-	-	4	6
<b>Итого</b>		20	10	10	100	140
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						144

*Для заочной формы обучения:*

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия и определения технической диагностики.	1	-	-	15	16
2	Диагностические модели.	1	-	-	15	16
3	Расчет зависимости числовых характеристик	1	1	-	24	26

	контролируемых параметров от пробега					
4	Основы безразборной диагностики подшипников качения	1	1	1	14	17
5	Неразрушающий контроль	1	1	2	20	24
6	Диагностика тяговых двигателей	1	-	1	16	18
7	Понятие о прогнозировании технического состояния подвижного состава	1	1	-	16	18
8	Экспертные диагностические системы	1	-	-	4	5
<b>Итого</b>		8	4	4	124	140
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						144

## **6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

- Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.
- Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные средства по дисциплине).
- По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

## **8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине**

8.1. Материально-техническая база соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Материально-техническая база содержит помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (настенным экраном с дистанционным управлением, маркерной доской, считывающим устройством для передачи информации в компьютер, мультимедийным проектором и другими информационно-демонстрационными средствами).

В случае отсутствия в аудитории технических средств обучения для предоставления учебной информации используется переносной проектор и маркерная доска (стена).

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий в виде презентаций (плакатов), которые обеспечивают тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Лаборатории, необходимые для реализации программы специалитета, оснащены соответствующим лабораторным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. операционная система Windows;
2. MS Office;
3. Антивирус Касперского.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

профессиональные базы данных при изучении дисциплины не используются.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

информационные справочные системы при изучении дисциплины не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Зеленченко А.П., Цаплин А.Е., Ролле И.А. Техническая диагностика электрического подвижного состава. ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2016. – 68 с.
2. Зеленченко А.П. Вихретоковый контроль деталей механической части электрического подвижного состава. ПГУПС – ЛИИЖТ, 2003. – 11 с.
3. Зеленченко А.П. Ультразвуковой контроль вала шестерни тягового редуктора электропоезда ЭР-2». ПГУПС – ЛИИЖТ, 2002. – 15 с.
4. Зеленченко А.П. Определение состояния подшипникового узла методом акустической эмиссии. ГОУ ВПО ПГУПС, 2004. – 8 с.
5. Зеленченко А.П. Диагностика тяговых двигателей электровозов с помощью системы контроля и диагностики локомотива «ДОКТОР — 30 zm». 2006. – 23 с. ГОУ ВПО ПГУПС. ПГУПС.
6. Зеленченко А.П. Диагностика аппаратов и электрических цепей электровозов с помощью системы контроля и диагностики локомотива «ДОКТОР — 30». ГОУ ВПО ПГУПС, 2005. – 20 с.
7. Зеленченко А.П., Цаплин А.Е., Ролле И.А. Надежность электроподвижного состава. ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. – 39 с. <http://e.lanbook.com/book/66395>
8. Зеленченко А.П., Федоров Д.В. Диагностические комплексы электрического подвижного состава. – М.: ФГБОУ Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте 2014. – 112 с. <http://e.lanbook.com/book/55401>

9. Зеленченко А.П., Цаплин А.Е., Ролле И.А. Системы диагностирования тягового подвижного состава. Практикум. ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2018. – 38 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Электронно-библиотечная система «Лань». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/ФЕДЕРАЛЬНОЕ\\_АГЕНТСТВО\\_ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО\\_ТРАНСПОРТА](http://e.lanbook.com/ФЕДЕРАЛЬНОЕ_АГЕНТСТВО_ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО_ТРАНСПОРТА)

Разработчик рабочей программы,  
доцент

А.Е. Цаплин

«13» января 2025 г.