

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

Кафедра «Электроснабжение железных дорог»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ» (Б1.О.32)

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации:

«Электроснабжение железных дорог», «Радиотехнические системы на
железнодорожном транспорте», «Телекоммуникационные системы и сети
железнодорожного транспорта», «Автоматика и телемеханика на
железнодорожном транспорте»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2024

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Электроснабжение железных дорог»
Протокол № 4 от 18 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой

«Электроснабжение железных дорог»

18.12.2024

А.В. Агунов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО

«Электроснабжение железных дорог»

18.12.2024

А.В. Агунов

Руководитель ОПОП ВО «Автоматика

и телемеханика на железнодорожном транспорте»

18.12.2024

А.Б. Никитин

Руководитель ОПОП ВО «Телекоммуникационные
системы и сети железнодорожного транспорта»

18.12.2024

Е.В. Казакевич

Руководитель ОПОП ВО «Радиотехнические
системы на железнодорожном транспорте»

18.12.2024

Д.Н. Роенков

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Основы технической диагностики» (Б1.О.32) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217 с учетом профессиональных стандартов: 17.044 «Начальник участка производства по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, устройств и систем электроснабжения (сигнализации, централизации и блокировки) железнодорожного транспорта», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.03.2022 № 193н; 17.100 «Специалист по технической поддержке процесса эксплуатации устройств электрификации и электроснабжения железнодорожного транспорта», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.06.2020 № 334н (зарегистрирован Министерством Юстиции Российской Федерации 20.06.2020, регистрационный номер № 59018).

Целью изучения дисциплины является приобретение обучающимися знаний, умений и навыков в области технической диагностики систем тягового электроснабжения железных дорог.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение особенностей построения систем диагностики и мониторинга в системах тягового электроснабжения;
- обучение методам сбора и обработки диагностической информации;
- изучение схемных и функциональных решений устройств сбора и обработки диагностической информации.

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

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	
ОПК-1.1.1 Знает основные понятия и законы естественных наук, методы математического анализа и моделирования	Обучающийся <i>знает</i> : – основные понятия о физических явлениях, используемых при измерении технических характеристик и принципы построения устройств диагностики параметров элементов тяговой сети
ОПК-1.2.1 Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся <i>умеет</i> : – использовать полученные знания в области диагностики тягового электроснабжения поездов железных дорог и метрополитенов, а также устройств электроснабжения промышленных предприятий железнодорожного транспорта в процессе эксплуатации при определении сроков ремонтов, а также предупреждений от аварийных и ненормальных режимов в производственно-технологической, организационно-управленческой, проектно-конструкторской и научно-исследовательской видах деятельности;
ОПК-1.2.2 Умеет применять методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	– применять современные научные методы исследования технических систем и технологических процессов, анализировать, интерпретировать и моделировать на основе существующих научных концепций отдельные явления и процессы с формулировкой аргументированных умозаключений и выводов; – проводить научные исследования и эксперименты, анализировать, интерпретировать и моделировать в областях проектирования и ремонта систем обеспечения движения поездов.
ОПК 1.3.2 Владеет навыками применения методов математического анализа и моделирования при решении инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся <i>владеет</i> : – владеет навыками применения математического моделирования и теоретических методов технической диагностики

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины» (модули).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 5
		Контактная работа (по видам учебных занятий)

В том числе:		
– лекции (Л)	32	32
– практические занятия (ПЗ)	32	32
– лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	80	80
Контроль	36	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, КР	Э, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	180/5	180/5

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		4
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16	16
В том числе:		
– лекции (Л)	8	8
– практические занятия (ПЗ)	8	8
– лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	155	155
Контроль	9	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, КР, К	Э, КР, К
Общая трудоемкость: час / з.е.	180/5	180/5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Цель и задачи технической диагностики. Термины и определения. Основной принцип технической диагностики	1.1. Основная цель и задачи технической диагностики. 1.2. Основные понятия и определения. 1.3. Основной принцип технической диагностики. Алгоритм и логика функционирования систем диагностики. 1.4. Классификация видов эксплуатационного контроля объектов диагностики. 1.5. Классификация видов систем диагностики. 1.6. Основные направления технической	ОПК-1.1.1

		диагностики.	
2	Математические модели и методы в теории технической диагностики	<p>2.1. Системы диагноза технического состояния. Функциональное и тестовое диагностирование.</p> <p>2.2 Диагностирование по результатам измерения параметров.</p> <p>2.3. Объекты диагноза.</p> <p>2.3.1. Модели непрерывных объектов диагностирования.</p> <p>2.3.2. Аналитические модели.</p> <p>2.3.3. Структурная модель объекта.</p> <p>2.3.4 Функциональная схема объекта.</p> <p>2.3.5 Табличная форма диагностических моделей.</p> <p>СРС. Определение срока службы по изменению параметра в эксплуатации.</p> <p>ПЗ №1. Прогнозирование износа контактного провода по высоте сечения провода методом наименьших квадратов.</p> <p>ПЗ №2. Определение срока службы контактного провода по методике ПУТЭКС.</p> <p>ПЗ №3. Построение моделей непрерывных объектов диагностирования.</p>	<p>ОПК-1.1.1</p> <p>ОПК-1.2.1</p> <p>ОПК-1.2.2</p>
3	Методы оптимизации диагностических тестов	<p>3.1. Минимальные диагностические тесты и условия их получения.</p> <p>3.2. Табличный метод минимизации теста по максимальному числу вхождений признаков в различающую функцию.</p> <p>СРС. Условный алгоритм диагностирования.</p>	ОПК-1.1.1
4	Информационный метод оптимизации диагностических тестов. Энтропия системы	<p>4.1. Информационный метод минимизации тестов.</p> <p>4.2. Энтропия системы.</p>	ОПК-1.1.1
5	Методы и программы (алгоритмы) поиска места отказа	<p>5.1. Общие понятия и классификация программ (алгоритмов) поиска места отказа.</p> <p>5.2. Жестко-последовательные программы.</p> <p>5.2.1. Программы по функциональной схеме.</p> <p>5.2.2. Программы “вероятность-время”.</p> <p>5.3. Гибко-последовательные программы.</p> <p>5.3.1. Программы по максимуму информации.</p> <p>5.3.2. Программы половинного разбиения.</p> <p>5.4. Рациональный алгоритм.</p> <p>ПЗ №4. Метод и алгоритм поиска места отказа “вероятность - время”.</p>	<p>ОПК-1.1.1</p> <p>ОПК-1.2.1</p> <p>ОПК-1.2.2</p> <p>ОПК-1.3.2</p>
6	Статистические методы распознавания состояний	6.1. Метод Байеса	ОПК-1.1.1

7	Связь технической диагностики с надежностью систем обеспечения движения поездов (электрооборудования)	7.1. Общие сведения по теории надежности. 7.2. Расчет оптимальных сроков технического обслуживания устройств электрооборудования. 7.3. Оценка надежности систем электрооборудования в условиях эксплуатации. ПЗ №5. Расчет оптимальных сроков технического обслуживания устройств электрооборудования.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.2.2 ОПК-1.3.2
8	Контроль работоспособности и поиск дефектов в объектах дискретного действия	8.1. Особенности контроля работоспособности объектов дискретного действия. 8.2. Особенности поиска дефектов в объектах дискретного действия.	ОПК-1.1.1
9	Диагностика микропроцессорных систем и устройств	9.1. Особенности контроля работоспособности и поиска дефектов в МП системах и устройствах.	ОПК-1.1.1
10	Диагностика опор контактной сети	10.1. Основные повреждения опор контактной сети. 10.2. Методы и средства диагностики опорных конструкций контактной сети.	ОПК-1.1.1
11	Диагностика подвесной изоляции и цепей заземления	11.1. Виды и причины повреждений изоляторов. 11.2. Методы и средства диагностики подвесной изоляции и цепей заземления. 11.3. Методы и средства диагностики цепей заземления.	ОПК-1.1.1
12	Диагностика элементов контактной сети	12.1. Элементы контактной сети, подлежащие диагностированию, и их повреждения. 12.2. Измерение параметров контактной подвески. 12.3. Средства диагностики устройств контактной сети. СРС. Вагоны-лаборатории испытаний контактной сети. ПЗ №6. Расчет балльной оценки состояния контактной сети.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.2.2
13	Диагностика оборудования тяговых подстанций	13.1. Виды и причины повреждения силовых трансформаторов и высоковольтных вводов. 13.2. Методы и средства диагностирования силовых трансформаторов и высоковольтных вводов. СРС. Диагностика кабельных линий. Методы определения места повреждения кабеля. Диагностика устройств автоматики и телемеханики.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.3.2

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Цель и задачи технической диагностики. Термины и определения. Основной принцип технической диагностики	1.1. Основная цель и задачи технической диагностики. 1.2. Основные понятия и определения. 1.3. Основной принцип технической диагностики. Алгоритм и логика функционирования систем диагностики. 1.4. Классификация видов эксплуатационного контроля объектов диагностики. 1.5. Классификация видов систем диагностики. 1.6. Основные направления технической диагностики.	ОПК-1.1.1
2	Математические модели и методы в теории технической диагностики	2.1. Системы диагноза технического состояния. Функциональное и тестовое диагностирование. 2.2 Диагностирование по результатам измерения параметров. 2.3. Объекты диагноза. 2.3.1. Модели непрерывных объектов диагностирования. 2.3.2. Аналитические модели. 2.3.3. Структурная модель объекта. 2.3.4 Функциональная схема объекта. 2.3.5 Табличная форма диагностических моделей. СРС. Определение срока службы по изменению параметра в эксплуатации. К. Задача №1 Прогнозирование износа контактного провода по высоте сечения провода методом наименьших квадратов. К. Задача №2 Определение срока службы контактного провода по методике ПУТЭКС. ПЗ №3. Построение моделей непрерывных объектов диагностирования.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.2.2
3	Методы оптимизации диагностических тестов	3.1. Минимальные диагностические тесты и условия их получения. 3.2. Табличный метод минимизации теста по максимальному числу вхождений признаков в различающую функцию. СРС. Условный алгоритм диагностирования.	ОПК-1.1.1
4	Информационный метод оптимизации диагностических тестов. Энтропия системы	СРС. 4.1. Информационный метод минимизации тестов. СРС. 4.2. Энтропия системы.	ОПК-1.1.1
5	Методы и программы (алгоритмы) поиска места отказа	5.1. Общие понятия и классификация программ (алгоритмов) поиска места отказа. 5.2. Жестко-последовательные программы. 5.2.1. Программы по функциональной схеме.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.2.2 ОПК-1.3.2

		5.2.2. Программы “вероятность-время”. 5.3. Гибко-последовательные программы. 5.3.1. Программы по максимуму информации. 5.3.2. Программы половинного разбиения. 5.4. Рациональный алгоритм. ПЗ №4. Метод и алгоритм поиска места отказа “вероятность - время”.	
6	Статистические методы распознавания состояний	СРС. 6.1. Метод Байеса	ОПК-1.1.1
7	Связь технической диагностики с надежностью систем обеспечения движения поездов (электрооборудования)	7.1. Общие сведения по теории надежности. 7.2. Расчет оптимальных сроков технического обслуживания устройств электрооборудования. 7.3. Оценка надежности систем электрооборудования в условиях эксплуатации. ПЗ №5. Расчет оптимальных сроков технического обслуживания устройств электрооборудования.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.2.2 ОПК-1.3.2
8	Контроль работоспособности и поиск дефектов в объектах дискретного действия	СРС. 8.1. Особенности контроля работоспособности объектов дискретного действия. СРС. 8.2. Особенности поиска дефектов в объектах дискретного действия.	ОПК-1.1.1
9	Диагностика микропроцессорных систем и устройств	СРС. 9.1. Особенности контроля работоспособности и поиска дефектов в МПС системах и устройствах.	ОПК-1.1.1
10	Диагностика опор контактной сети	10.1. Основные повреждения опор контактной сети. 10.2. Методы и средства диагностики опорных конструкций контактной сети.	ОПК-1.1.1
11	Диагностика подвесной изоляции и цепей заземления	11.1. Виды и причины повреждений изоляторов. 11.2. Методы и средства диагностики подвесной изоляции и цепей заземления. 11.3. Методы и средства диагностики цепей заземления.	ОПК-1.1.1
12	Диагностика элементов контактной сети	12.1. Элементы контактной сети, подлежащие диагностированию, и их повреждения. 12.2. Измерение параметров контактной подвески. 12.3. Средства диагностики устройств контактной сети. СРС. Вагоны-лаборатории испытаний контактной сети. К. Задача №3 Расчет балльной оценки состояния контактной сети.	ОПК-1.1.1 ОПК-1.2.1 ОПК-1.2.2
13	Диагностика оборудования тяговых подстанций	13.1. Виды и причины повреждения силовых трансформаторов и высоковольтных вводов. 13.2. Методы и средства диагностирования силовых трансформаторов и высоковольтных	ОПК-1.1.1 ОПК-1.3.2

		вводов. СРС. Диагностика кабельных линий. Методы определения места повреждения кабеля. Диагностика устройств автоматики и телемеханики.	
--	--	---	--

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Цель и задачи технической диагностики. Термины и определения. Основной принцип технической диагностики	2	-	-	4	6
2	Математические модели и методы в теории технической диагностики	4	6	-	6	16
3	Методы оптимизации диагностических тестов	2	-	-	8	10
4	Информационный метод оптимизации диагностических тестов. Энтропия системы	2	-	-	6	8
5	Методы и программы (алгоритмы) поиска места отказа	4	8	-	6	18
6	Статистические методы распознавания состояний	2	-	-	6	8
7	Связь технической диагностики с надежностью систем обеспечения движения поездов (электрооборудования)	2	6	-	6	14
8	Контроль работоспособности и поиск дефектов в объектах дискретного действия	2	-	-	6	8
9	Диагностика микропроцессорных систем и устройств	2	-	-	6	8
10	Диагностика опор контактной сети	2	-	-	6	8
11	Диагностика подвесной изоляции и цепей заземления	2	-	-	6	8
12	Диагностика элементов контактной сети	2	12	-	8	22
13	Диагностика оборудования тяговых подстанций	4	-	-	6	10
	Итого	32	32	-	80	144
					Контроль	36
					Всего(общая трудоемкость, час.)	180/5

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Цель и задачи технической диагностики. Термины и определения. Основной принцип технической диагностики	1	-	-	8	9
2	Математические модели и методы в теории технической диагностики	-	2	-	8	10
3	Методы оптимизации диагностических тестов	1	-	-	8	9
4	Информационный метод оптимизации диагностических тестов. Энтропия системы	1	-	-	8	9
5	Методы и программы (алгоритмы) поиска места отказа	1	2	-	8	11
6	Статистические методы распознавания состояний	-	-	-	8	8
7	Связь технической диагностики с надежностью систем обеспечения движения поездов (электрооборудования)	-	2	-	8	10
8	Контроль работоспособности и поиск дефектов в объектах дискретного действия	-	-	-	8	8
9	Диагностика микропроцессорных систем и устройств	-	-	-	10	10
10	Диагностика опор контактной сети	1	-	-	20	21
11	Диагностика подвесной изоляции и цепей заземления	1	-	-	20	21
12	Диагностика элементов контактной сети	1	2	-	20	23
13	Диагностика оборудования тяговых подстанций	1	-	-	21	22
	Итого	8	8	-	155	171
Контроль						9
Всего(общая трудоемкость, час.)						180/5

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

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным

на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. 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.
2. 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 материалы по дисциплине).
3. 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 специалитета по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

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:

- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- MS Office;
- MS Visio.

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

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются.

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

При изучении дисциплины информационные справочные системы не используются.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Сапожников В.В. Сапожников Вл.В. Основы технической диагностики: Учебное пособие для студентов вузов ж.д. транспорта. М.: Маршрут, 2004. — 352 с.

2. Надежность и диагностика систем электроснабжения железных дорог. [Электронный ресурс] / А.В. Ефимов, А.Г. Галкин. — Электрон.дан. — М.: УМЦ ЖДТ, 2000. — 512 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59026> — Загл. с экрана.

3. Надежность и диагностика автоматизированных систем. Курс лекций. [Электронный ресурс] / Р.Р. Васильев, М.З. Салихов. — Электрон.дан. — М.: МИСИС, 2005. — 92 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1858> — Загл. с экрана.

4. Березкин, Е.Ф. Надежность и техническая диагностика систем: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — М.: НИЯУ МИФИ, 2012. — 244 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/75707> — Загл. с экрана.

5. Григорьев, С.Н. Диагностика автоматизированного производства. [Электронный ресурс] / С.Н. Григорьев, В.Д. Гурин, М.П. Козочкин, В.А. Кузовкин. — Электрон.дан. — М.: Машиностроение, 2011. — 600 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2020> — Загл. с экрана.

6. Правила устройства электроустановок. 6-е изд., доп. и исправл.- М.: Энергосервис, 2006.— 440 с.

7. Правила устройства системы тягового электроснабжения железных дорог Российской Федерации: ЦЭ-462/ МПС РФ.—М.: 1997.— 80 с.

8. Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог. М.: ТРАСИЗДАТ. 2001 – 184 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. Электронная библиотечная система ЛАНЬ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.

3. Электронная библиотечная система ibooks.ru [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/>.

4. Электронная библиотека ЮРАЙТ [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>.

5. Электронная библиотека «Единое окно к образовательным ресурсам» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>.

Разработчик рабочей программы,
Профессор

А.В. Агунов

«18» декабря 2024 г.