

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

«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТРАНСПОРТОМ» (Б1.В.5)

для направления подготовки бакалавров

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.

А.М. Евстафьев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«13» января 2025 г.

А.Е. Цаплин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Системы управления электрическим транспортом» (Б1.В.5) (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 2018г., 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 освоения дисциплины Б1.В.5 «Системы управления электрическим транспортом» является приобретение совокупности знаний, умений и навыков для применения их при решении вопросов функционирования, организации технического обслуживания и проектирования систем управления электрическим транспортом.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение устройства и функционирования систем управления электрическим транспортом;
- изучение узлов, преобразовательных установок электрического транспорта и алгоритмов их управления;
- изучение основ выбора, проектирования и расчёта параметров и характеристик основного электрооборудования и преобразователей электрического транспорта.

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

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1: Выполнение отчета о проведенном обследовании оборудования, для которого разрабатывается система электропривода	
ПК-1.3.1	Обучающийся <i>владеет:</i> навыками изучения технической документации на оборудование, для которого разрабатывается система электропривода.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1.3.2	Обучающийся <i>владеет:</i> навыками изучения данных по результатам предпроектного обследования оборудования, для которого разрабатывается система электропривода.
ПК-2: Выполнение технического задания на разработку системы электропривода	
ПК-2.1.1	Обучающийся <i>знает:</i> правила составления технического задания на разработку проекта системы электропривода.
ПК-2.2.3	Обучающийся <i>умеет:</i> выполнять необходимые расчеты для оформления технического задания на разработку проекта системы электропривода.
ПК-2.3.1	Обучающийся <i>владеет:</i> Навыками изучения материалов для составления технического задания на разработку проекта системы электропривода.
ПК-3: Выполнение комплекта конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода	
ПК-3.1.2	Обучающийся <i>знает:</i> пневматические и электрические схемы, работу узлов и агрегатов локомотивов в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей, и порядок управления тормозами.
ПК-3.2.3	Обучающийся <i>владеет:</i> навыками выполнения расчетов для эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода.
ПК-4: Разработка простых узлов, блоков системы электропривода	
ПК-4.1.5	Обучающийся <i>умеет:</i> выполнять типовые проектные решения по простым узлам, блокам системы электропривода, аналогичным подлежащим разработке.
ПК-4.3.1	Обучающийся <i>владеет:</i> навыками анализа частного технического задания на разработку простых узлов, блоков системы электропривода.
ПК-4.3.2	Обучающийся <i>владеет:</i> навыками сбора информации о существующих технических решениях по простым узлам, блокам системы электропривода, аналогичным подлежащим разработке.
ПК-4.3.3	Имеет навыки разработки комплектов конструкторской документации простых узлов и блоков на различных стадиях проектирования системы электропривода.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	152
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	КП, Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7

Для заочной формы обучения

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)	227
Контроль	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	КП, Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7

Примечания: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Классификация систем управления ЭПС	<p>Лекция 1. Функции систем управления ЭПС. Реализация задач управления ЭПС.</p> <p>Лекция 2. Классификация систем управления ЭПС по роду тока в контактной сети, по тяговым электродвигателям, по типам преобразователей. Показатели качества систем управления ЭПС.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка к контролю освоения раздела.</p>	ПК-1.3.1, ПК-1.3.2

2	Системы управления режимом тяги ЭПС постоянного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями	<p>Лекция 3. Принципы регулирования скорости и силы тяги коллекторных ТЭД постоянного тока. Регулирование силы тяги и скорости ЭПС за счет изменения напряжения на ТЭД.</p> <p>Практическое занятие 1.</p> <p>Типовая задача № 1 – Расчет сопротивления пускового резистора для реализации плавного реостатного пуска ЭПС постоянного тока.</p> <p>Типовая задача № 2 - Расчет сопротивления ступеней пускового резистора для реализации ступенчатого реостатного пуска ЭПС постоянного тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для маневровых позиций; - для дополнительных позиций; - для разгонных позиций. <p>Лекция 4. Условия плавного реостатного пуска. Расчет ступеней пускового резистора для разгонных ступеней.</p> <p>Лекция 5. Маневровые и дополнительные ступени;</p> <p>Практическое занятие 2. Типовая задача № 3 - Расчет скоростных характеристик ЭПС постоянного тока.</p> <p>Лекция 6. Управление возбуждением тяговых электродвигателей;</p> <p>Практическое занятие 3. Типовая задача № 4 - Расчет ступеней ослабления возбуждения ЭПС постоянного тока.</p> <p>Практическое занятие 4. Типовая задача № 5 - Расчет характеристик ЭПС постоянного тока для режима ослабленного возбуждения.</p> <p>Лекция 7. Принципы автоматического пуска.</p> <p>Лабораторная работа. Исследование быстродействующих выключателей.</p> <p>Лабораторная работа. Исследование быстродействующих выключателей.</p> <p>Лабораторная работа. Дифференциальная защита электрического подвижного состава.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка к контролю освоения раздела. Курсовой проект (выбор параметров основного электрооборудования электровоза переменного тока).</p>	ПК-3.1.2, ПК-3.2.1
3	Системы управления режимом тяги ЭПС переменного тока со статическими	<p>Лекция 8. Условия работы и параметры трансформаторов в схемах однофазного выпрямления с нагрузкой на тяговый электродвигатель;</p>	ПК-3.1.2, ПК-3.2.1

	преобразователями	<p>Лекция 9. Пульсации выпрямленного тока и их влияние на работу тяговых электродвигателей;</p> <p>Лекция 10. Коммутация полупроводниковых приборов выпрямителя. Внешняя характеристика выпрямителя.</p> <p>Лекция 11. Амплитудное регулирование со стороны низшего напряжения трансформатора.</p> <p>Практическое занятие 5 <i>Типовая задача № 6</i> - Расчёт типовой мощности тягового трансформатора ЭПС переменного тока при нулевой и мостовой схемах выпрямления.</p> <p>Лекция 12. Фазовое, амплитудно-фазовое (зонно-фазовое) регулирование выпрямленного напряжения.</p> <p>Практическое занятие 6. <i>Типовая задача № 7</i> - Расчёт параметров сглаживающего реактора цепи тягового электродвигателя ЭПС переменного тока.</p> <p>Практическое занятие 7. <i>Типовая задача № 8</i> - Расчёт внешних характеристик выпрямительных установок ЭПС переменного тока.</p> <p>Лабораторная работа. Внешние характеристики выпрямителя электровоза ВЛ80С.</p> <p>Лабораторная работа. Регулирование напряжения на тяговых электродвигателях электропоезда ЭР9М.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка к контролю освоения раздела. Курсовой проект (разработка выпрямительно-инверторного преобразователя, расчет ступеней ослабления возбуждения и характеристик для режима ослабленного возбуждения, расчет характеристик инвертора).</p>	
4	Системы управления ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями	<p>Лекция 13. Сравнение показателей асинхронных и коллекторных тяговых двигателей. Характеристики асинхронных ТЭД при частотном регулировании. Закон Костенко;</p> <p>Лекция 14. Структурные схемы силовой цепи ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями. Работа асинхронного тягового двигателя с инвертором тока, с инвертором напряжения.</p> <p>Лекция 15. Четырехквadrантный преобразователь.</p>	ПК-3.1.2, ПК-3.2.1

		<p>Лекция 16. Системы управления ЭПС с вентильными тяговыми электродвигателями.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка к контролю освоения раздела. Курсовой проект (системы защиты силовой цепи электровоза, разработка схемы силовой цепи электровоза).</p>	
5	Электрические цепи ЭПС. Параметры оборудования и характеристики ЭПС	<p>Курсовой проект:</p> <p>1. Выбор основного оборудования силовых цепей ЭПС и определение его параметров.</p> <p>2. Преобразовательные установки ЭПС и алгоритмы управления преобразовательными установками.</p> <p>2. Характеристики преобразовательных установок ЭПС и ЭПС.</p> <p>Практическое занятие 8. Типовая задача № 9 - Расчёт регулировочных характеристик управляемого выпрямителя ЭПС переменного тока при фазовом регулировании.</p> <p>Типовая задача № 10 - Расчёт энергетических характеристик выпрямителя.</p>	ПК-2.1.1, ПК-2.2.3, ПК-2.3.1 ПК-4.1.5, ПК-4.3.1, ПК-4.3.2

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Классификация систем управления ЭПС	<p>Самостоятельная работа.</p> <p>Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п.8.5 Подготовка к тестированию по разделу.</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3

2	Системы управления режимом тяги ЭПС постоянного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями.	<p>Лекция 1 (0,5 ч). Принципы регулирования скорости и силы тяги коллекторных ТЭД постоянного тока. Регулирование силы тяги и скорости ЭПС за счет изменения напряжения на ТЭД.</p> <p>Практическое задание 1. Типовая задача № 1 – Расчет сопротивления пускового резистора для реализации плавного реостатного пуска ЭПС постоянного тока.</p> <p>Типовая задача № 2 - Расчет сопротивления ступеней пускового резистора для реализации ступенчатого реостатного пуска ЭПС постоянного тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для маневровых позиций; - для дополнительных позиций; - для разгонных позиций. <p>Лекция 2 (0,5 ч). Управление возбуждением тяговых электродвигателей;</p> <p>Практическое задание 3. Расчет ступеней ослабления возбуждения. Лабораторная работа. Исследование быстродействующих выключателей.</p> <p>Самостоятельная работа. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2] п.8.5 Подготовка к тестированию по разделу. Подготовка к контролю освоения раздела. Курсовой проект (выбор параметров основного электрооборудования электровоза переменного тока).</p> <p>Выполнение заданий практических занятий. Типовая задача № 3 - Расчёт скоростных характеристик ЭПС постоянного тока.</p> <p>Типовая задача № 4 - Расчёт ступеней ослабления возбуждения ЭПС постоянного тока.</p> <p>Типовая задача № 5 - Расчёт характеристик ЭПС постоянного тока для режима ослабленного возбуждения.</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1, ПК-5.1.3
3	Системы управления режимом тяги ЭПС переменного тока со статическими преобразователями	<p>Лекция 3 (0,5 ч). Условия работы и параметры трансформаторов в схемах однофазного выпрямления с нагрузкой на тяговый электродвигатель;</p> <p>Лекция 4 (0,5 ч). Коммутация полупроводниковых приборов выпрямителя. Внешняя характеристика выпрямителя.</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК-5.1.3

		<p>Практическое задание 2. Типовая задача № 6 - Расчёт типовой мощности тягового трансформатора ЭПС переменного тока при нулевой и мостовой схемах выпрямления.</p> <p>Типовая задача № 7 - Расчёт параметров сглаживающего реактора цепи тягового электродвигателя ЭПС переменного тока.</p> <p>Лекция 5 (0,5 ч). Фазовое, амплитудно-фазовое (зонно-фазовое) регулирование выпрямленного напряжения.</p> <p>Лабораторная работа. Внешние характеристики выпрямителя электровоза ВЛ80С.</p> <p>Лабораторная работа. Регулирование напряжения на тяговых электродвигателях электропоезда ЭР9М.</p> <p>Самостоятельная работа. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [7] п.8.5 Подготовка к тестированию по разделу к контролю освоения раздела. Курсовой проект (разработка выпрямительно-инверторного преобразователя, расчет ступеней ослабления возбуждения и характеристик для режима ослабленного возбуждения, расчет характеристик инвертора).</p>	
4	Системы управления ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями	<p>Лекция 6 (0,5 ч). Сравнение показателей асинхронных и коллекторных тяговых двигателей. Характеристики асинхронных ТЭД при частотном регулировании. Закон Костенко;</p> <p>Лекция 7 (0,5 ч). Структурные схемы силовой цепи ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями. Работа асинхронного тягового двигателя с инвертором тока, с инвертором напряжения.</p> <p>Лекция 8 (0,5 ч). Четырехквadrантный преобразователь.</p> <p>Самостоятельная работа. Изучение тематики раздела по источникам [1], [2], [3] п.8.5. Подготовка к тестированию по разделу. Курсовой проект (системы защиты силовой цепи электровоза, разработка схемы силовой цепи электровоза).</p>	ПК-2.1.2, ПК-4.1.3, ПК-5.1.3
5	Электрические цепи	Курсовой проект:	ПК-2.1.1, ПК-

ЭПС. Параметры оборудования и характеристики ЭПС	<p>1. Выбор основного оборудования силовых цепей ЭПС и определение его параметров.</p> <p>2. Преобразовательные установки ЭПС и алгоритмы управления преобразовательными установками.</p> <p>2. Характеристики преобразовательных установок ЭПС и ЭПС.</p> <p>Типовая задача № 8 - Расчёт внешних характеристик выпрямительных установок ЭПС переменного тока.</p> <p>Типовая задача № 9 - Расчёт регулировочных характеристик управляемого выпрямителя ЭПС переменного тока при фазовом регулировании.</p> <p>Типовая задача № 10 - Расчёт энергетических характеристик выпрямителя.</p>	2.2.3, ПК-2.3.1 ПК-4.1.5, ПК-4.3.1, ПК-4.3.2
--	--	---

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий
Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Классификация систем управления ЭПС	4	-	-	10	14
2	Системы управления режимом тяги ЭПС постоянного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями	10	8	10	20	48
3	Системы управления режимом тяги ЭПС переменного тока со статическими преобразователями	10	6	6	40	62
4	Системы управления ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями	8	-	-	62	70
5	Электрические цепи ЭПС. Параметры оборудования и характеристики ЭПС	-	2	-	20	22
	Итого	32	16	16	152	216
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						252

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7

1	Классификация систем управления ЭПС	-	-	-	25	25
2	Системы управления режимом тяги ЭПС постоянного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями	2	2	2	35	41
3	Системы управления режимом тяги ЭПС переменного тока со статическими преобразователями	3	2	2	65	72
4	Системы управления ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями	3	-	-	67	70
5	Электрические цепи ЭПС. Параметры оборудования и характеристики ЭПС	-		-	35	35
	Итого	8	4	4	227	243
Контроль						9
Всего (общая трудоемкость, час.)						252

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

Оценочные средства по дисциплине является 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 средства по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные средства по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата 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 работы обучающихся, предусмотренных учебным планом по направлению подготовки бакалавров 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.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Лаборатория электрической тяги им. профессора В.А. Шевалина», оборудованная следующими установками, используемыми в учебном процессе:

- зонно-фазовое регулирование напряжения в режиме тяги;
- дифференциальная защита электрического подвижного состава;
- внешние характеристики выпрямителя электровоза ВЛ80с;
- регулирование напряжения на тяговых двигателях электропоезда ЭД9м;
- исследование тягового трансформатора с регулированием на стороне высшего напряжения;
- учебный тренажер комплекса локомотива (электровоз ЭП 20);
- тренажерный комплекс электропоезда ЭС2Г Ласточка;
- поиск и устранение неисправностей в электрических цепях электропоезда ЭД4м;
- исследование конструкции и работы быстродействующего выключателя.

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;
- MS Office;
- 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. Системы управления электрическим подвижным составом: учеб. для вузов ж.-д. трансп./ А. В. Плакс. - М.: Маршрут, 2005. - 357 с.

2. Электропоезда постоянного тока ЭТ2, ЭТ2М, ЭР2Т, ЭД2Т. Под ред. Д.В. Пегова, П.В. Бурцева и В.Е. Андреева. – М.: Центр Коммерческих разработок, 2003. – 184с.

3. Высокоскоростной железнодорожный подвижной состав: Монография/ В93 В. А. Гапанович, А. А. Андреев, Д.В. Пегов и др.; под ред. В.А. Гапановича. – СПб.: Издательство ООО «Типография «НП-Принт»», 2014. - 304 с.

4. Плакс А.В., Мазнев А.С., Чудаков А.И. Расчет систем управления электрическим подвижным составом переменного тока: Учебное пособие.-СПб: ПГУПС, 2010.-40 с.
5. Электроподвижной состав с электрическим торможением: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта/ Жуликов В.Н., Иньков Ю.М., Козлов Л.Г. и др.; Под ред. Ю.М. Инькова и Ю.И. Фельдмана. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 412 с.
6. Системы управления электроподвижным составом: учебное пособие/ Кабалык Ю.С. Хабаровск: Издательство ДВГУПС, 2013. – 119 с.
7. Кулинич Ю.М. Электронная и преобразовательная техника: учеб.пособие/ Ю.М. / - Кулинич Хабаровск: Издательство ДВГУПС, 2008. – 175 с.
8. Устройства силовой электроники железнодорожного подвижного состава: учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта/ под ред. : Ю. М. Инькова, Ф. И. Ковалева. – М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2011. - 470 с.
9. В.О. Иващенко, М.Ю. Изварин, А.В. Плакс. Зонно-фазовое регулирование напряжения в режиме тяги. Методические указания. СПб., ПГУПС. 1997.- 18 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/>.

Разработчик программы, доцент
13 января 2025 года

_____ А.И. Чудаков