

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
«ТЕОРИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ» (Б1.Б.40)
для специальности
23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»
по специализации
«Электрический транспорт железных дорог»

Форма обучения – очная, очно-заочная, заочная

Санкт-Петербург
2016

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры
«Электрическая тяга»

Протокол № 4 от «25» апреля 2014 г.

Программа актуализирована и продлена на 2014/2018 учебный год
(приложение).

Заведующий кафедрой «Электрическая тяга»

«25» апреля 2014 г.


_____ А.М. Евстафьев

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры
«Электрическая тяга»

Протокол № 1 от «29» августа 2014 г.

Программа актуализирована и продлена на 2014/2018 учебный год
(приложение).

Заведующий кафедрой «Электрическая тяга»

«29» августа 2014 г.


_____ А.М. Евстафьев

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры
«Электрическая тяга»

Протокол № от « » _____ 201 г.

Программа актуализирована и продлена на 201 /201 учебный год
(приложение).

Заведующий кафедрой «Электрическая тяга»

« » _____ 201 г.

_____ А.М. Евстафьев

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры
«Электрическая тяга»

Протокол № 5 от «22» ноября 2016 г.

Заведующий кафедрой

«Электрическая тяга»

«22» ноября 2016 г.



А.М. Евстафьев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

«22» ноября 2016 г.



А.М. Евстафьев

Председатель методической комиссии

факультета «Транспортные и
энергетические системы»

«22» ноября 2016 г.



В.В. Никитин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС, утвержденным «17» октября 2016 г., приказ № 1295 по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог», по специализации «Электрический транспорт железных дорог», по дисциплине Б1.Б.40 «Теория систем автоматического управления».

Целью изучения дисциплины «Теория систем автоматического управления» является обучение студентов основам теории автоматического управления; навыкам самостоятельного анализа динамических свойств конкретных систем с использованием возможностей персональных компьютеров, методам проектирования систем автоматического управления электрическим подвижным составом железных дорог.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

- изучение принципов автоматического управления;
- изучение методов анализа и синтеза систем автоматического управления;
- изучение принципов управления бесколлекторными тяговыми электродвигателями в режимах тяги и торможения;
- изучение принципов построения и особенностей конструктивного исполнения систем автоматического управления электрическим подвижным составом железных дорог;
- изучение методов проектирования систем управления электрическим подвижным составом железных дорог.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

ЗНАТЬ:

системы автоматического управления (САУ) подвижным составом и машинами, технологии математического описания САУ, методы линеаризации, передаточные функций и структурные схемы САУ, методы оценки устойчивости и качества САУ.

УМЕТЬ:

составлять структурные схемы САУ подвижным составом и машинами, получать их характеристические уравнения, оценивать устойчивость и качество процессов регулирования.

ВЛАДЕТЬ:

методами анализа и синтеза систем автоматического управления подвижным составом и машинами, методов проектирования систем

автоматического управления электрическим подвижным составом железных дорог.

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **обще профессиональных компетенций (ОПК)**, соответствующих виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа специалитета:

- способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

- способностью применять полученные знания для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации (ОПК-11);

- владением основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия (ОПК-13).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 ОПОП.

3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина Б1.Б.40 «Теория систем автоматического управления» относится к базовой части.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	Семестр
		7	8
Контактная работа (по видам учебных занятий)	140	90	50
В том числе:			
лекции (Л)	70	36	34
практические занятия (ПЗ)	18	18	-
лабораторные работы (ЛР)	52	36	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	112	90	22
Контроль	36	-	36
Форма контроля знаний	3, КР, Э	3, КР	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	288/8	180/5	108/3

Для очно-заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	Семестр
		10	11
Контактная работа (по видам учебных занятий)	120	66	54
В том числе:			
лекции (Л)	52	34	18
практические занятия (ПЗ)	34	16	18
лабораторные работы (ЛР)	34	16	18
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	141	114	27
Контроль	27	-	27
Форма контроля знаний	3, КР, Э	3, КР	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	288/8	180/5	108/3

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	курс	курс
		5	6
Контактная работа (по видам учебных занятий)	32	20	12
В том числе:			
лекции (Л)	70	8	8
практические занятия (ПЗ)	18	4	-
лабораторные работы (ЛР)	52	8	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	243	156	87
Контроль	13	4	9
Форма контроля знаний	3, КР, Э	3, КР	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	288/8	180/5	108/3

5. Содержание и структура дисциплины

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Принципы автоматического управления.	– технические средства управления; – принципы автоматического управления; – законы регулирования, регуляторы.
2.	Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического управления.	- статические характеристики элементов САУ; – классификация структурных звеньев САУ; – динамические характеристики структурных звеньев САУ; – динамические характеристики типовых структурных звеньев САУ.
3.	Частотные характеристики структурных звеньев систем автоматического управления.	– частотные характеристики структурных звеньев САУ; – логарифмические частотные характеристики структурных звеньев САУ; – логарифмические частотные характеристики типовых структурных звеньев САУ.
4.	Динамические характеристики систем автоматического	– статические характеристики систем автоматического управления; – динамические характеристики систем

	управления.	автоматического управления; – аналитическая оценка динамических свойств регуляторов.
5.	Устойчивость и качество регулирования систем автоматического управления.	– устойчивость систем автоматического управления; – аналитические методы оценки устойчивости систем автоматического управления; – анализ влияния параметров САУ на ее устойчивость; – качество регулирования систем автоматического управления; – аналитические методы оценки качества регулирования САУ.
6.	Частотные методы оценки устойчивости систем автоматического управления и качества регулирования.	– частотные характеристики систем автоматического управления; – частотный критерий устойчивости Найквиста; – анализ устойчивости систем автоматического управления по ЛЧХ; – метод оценки качества регулирования систем автоматического управления по ЛЧХ.
7.	Синтез систем автоматического управления	– синтез параметров настройки регуляторов; – синтез логарифмических частотных характеристик скорректированной системы автоматического управления; – синтез корректирующих устройств САУ при последовательной коррекции – синтез корректирующих устройств САУ при параллельной коррекции.
8.	Алгоритмы управления выпрямительно-инверторными преобразователями электрического подвижного состава	– алгоритмы управления выпрямительно-инверторным преобразователем в режиме выпрямления; – алгоритмы управления выпрямительно-инверторным преобразователем в режиме инвертирования;
9.	Алгоритмы управления силовыми электронными преобразователями ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями	– алгоритмы управления четырехквadrантным преобразователем; – алгоритм управления автономным инвертором напряжения синусоидальной ШИМ; – алгоритм управления автономным инвертором напряжения пространственно-векторной ШИМ.
10.	Алгоритмы управления асинхронным тяговым электроприводом	– принципы регулирования асинхронных тяговых электродвигателей; – принципы формирования обобщенных векторов тока и потокосцепления АД; – принцип формирования электромагнитного момента АД,
11.	Система векторного управления асинхронным тяговым электроприводом	– структурная схема системы векторного управления асинхронными тяговыми электродвигателями;

		– синтез параметров регуляторов системы векторного управления асинхронными тяговыми электродвигателями.
--	--	---

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

7 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6
1	Принципы автоматического управления.	2	–	–	12
2	Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического управления.	6	2	4	10
3	Частотные характеристики систем автоматического управления.	6	2	4	12
4	Динамические характеристики систем автоматического управления	6	4	8	16
5	Устойчивость систем автоматического управления и качество регулирования	4	2	4	16
6	Частотные методы оценки устойчивости систем автоматического управления и качества регулирования.	6	4	8	12
7	Синтез систем автоматического управления	6	4	8	12

8 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6
8	Алгоритмы управления выпрямительно-инверторными преобразователями электрического подвижного состава	8	-	4	6
9	Алгоритмы управления силовыми электронными преобразователями ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями;	8	-	4	6
10	Алгоритмы управления асинхронными тяговыми электродвигателями	10	-	4	6
12	Система векторного управления асинхронным тяговым электроприводом	8	-	4	4

Для очно-заочной формы обучения:

10 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6
1	Принципы автоматического управления.	2	–	–	12
2	Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического управления.	4	2	2	18
3	Частотные характеристики систем автоматического управления.	6	2	2	18
4	Динамические характеристики систем автоматического управления	6	4	4	18
5	Устойчивость систем автоматического управления и качество регулирования	4	2	2	18
6	Частотные методы оценки устойчивости систем автоматического управления и качества регулирования.	6	4	4	18
7	Синтез систем автоматического управления	6	2	2	12

11 Семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6
8	Алгоритмы управления выпрямительно-инверторными преобразователями электрического подвижного состава	4	4	4	6
9	Алгоритмы управления силовыми электронными преобразователями ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями;	4	4	4	8
10	Алгоритмы управления асинхронными тяговыми электродвигателями	6	6	6	8
11	Система векторного управления асинхронным тяговым электроприводом	4	4	4	5

Для заочной формы обучения:

5 курс

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6
1	Принципы автоматического управления.	-	–	–	10

2	Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического управления.	2	2	2	24
3	Частотные характеристики систем автоматического управления.	2	-	2	30
4	Динамические характеристики систем автоматического управления	-	-	-	24
5	Устойчивость систем автоматического управления и качество регулирования	2	2	2	24
6	Частотные методы оценки устойчивости систем автоматического управления и качества регулирования.	2	-	2	24
7	Синтез систем автоматического управления	-	-	-	20

6 курс

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6
8	Алгоритмы управления выпрямительно-инверторными преобразователями электрического подвижного состава	2	-	2	20
9	Алгоритмы управления силовыми электронными преобразователями ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями;	2	-	2	20
10	Алгоритмы управления асинхронными тяговыми электродвигателями	2	-	-	27
11	Система векторного управления асинхронным тяговым электроприводом	2	-	-	20

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№ п/п	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения
1	Принципы автоматического управления.	1. Автоматизированные системы управления электроподвижным составом. Часть 1//под ред. Л.А.Баранова и А.Н.Савоськина// М.: ГОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте, 2013, - с.400 . 2. Якушев А.Я. Исследование системы автоматического управления тяговыми
2	Статические и динамические характеристики структурных звеньев САУ.	
3	Частотные характеристики систем автоматического управления	
4	Статические и динамические характеристики систем автоматического управления	
5	Устойчивость и качество регулирования систем автоматического управления	
6	Частотные методы оценки устойчивости и	

	качества регулирования систем автоматического управления	электродвигателями электровоза переменного тока. Часть 1. Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2010, 45 с.
7	Синтез систем автоматического управления	
8	Алгоритмы управления выпрямительно-инверторными преобразователями электрического подвижного состава	3. Асинхронный тяговый привод локомотивов: учебное пособие// А.А.Андрющенко, Ю.В.Бабков, А.А.Зарифьян и др.; под ред. А.А.Зарифьяна. – М. ФГБОУ «УМЦ по образованию на ж.д.тр.», 2013. - 413 с.
9	Алгоритмы управления силовыми электронными преобразователями ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями;	4. Якушев А.Я. Автоматизированные системы управления электрическим подвижным составом. Учебное пособие. М.: ГОУ УМЦ
10	Алгоритмы управления асинхронными тяговыми электродвигателями в режимах тяги и торможения;	по образованию на ж.д. транспорте, 2016, - с.301.
11	Система векторного управления асинхронным тяговым электроприводом	5. Евстафьев А.М., Якушев А.Я., Лысов Н.В. Векторное управление асинхронным тяговым электроприводом. Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2013, 45 с 6. Якушев А.Я., Викулов И.П. исследование системы автоматического управления тяговыми электродвигателями электровоза переменного тока. Часть 2. Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2011, 42 с.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория систем автоматического управления» является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры «Электрическая тяга» и утвержденным заведующим кафедрой.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

8.1. Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Автоматизированные системы управления электроподвижным составом. Часть 1//под ред. Л.А.Баранова и А.Н.Савоськина// М.: ГОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте, 2013, - с. 400.

2. Асинхронный тяговый привод локомотивов: учебное пособие/А.А. Андрющенко, Ю.В. Бабков, А.А. Зарифьян и др.; под ред. А.А. Зарифьяна. – М. ФГБОУ «УМЦ по образованию на ж.д.тр.», 2013. - 413 с.

3. Якушев А.Я. Автоматизированные системы управления электрическим подвижным составом. Учебное пособие. М.: ГОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте, 2016, - с. 301.

4. Евстафьев А.М., Якушев А.Я., Лысов Н.В. Векторное управление асинхронным тяговым электроприводом. Учебное пособие. СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2013, 45 с.

5. Якушев А.Я. Исследование системы автоматического управления тяговыми электродвигателями электровоза переменного тока. Часть 1. Учебное пособие. СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2010, 45 с.

6. Якушев А.Я., Викулов И.П. Исследование системы автоматического управления тяговыми электродвигателями электровоза переменного тока. Часть 2. Учебное пособие. СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2011, 42 с.

8.2. Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием – М.: АСADEMIA, 2006. – 260 с.

2. Динамические процессы в асинхронном тяговом приводе магистральных электровозов: Монография Ю.А. Бахвалов, Г.А. Бузало, А.А. Зарифьян, П.Ю. Петров и др.// Ред. А.А. Зарифьян // М.: Маршрут, 2006. – 374 с.

3. Плакс А.В., Системы управления электрическим подвижным составом. М.: Маршрут, 2005. - 358с.

4. Саввов В.М, Киселев И.П. Высокоскоростной п.с. нового поколения для ж.д.России // Конверсия в машиностроении, 2001, №2 с.36-40

5. Скоростные железные дороги Японии Синкансен - М.: Транспорт, 1984. – 199 с.

6. Флячинский К., Хохлов В. Создание скоростных локомотивов на ОАО «Коломенский завод»// Инженер путей сообщения, 1998, №2 с 65

7. Скоростной и высокоскоростной жел. дор. транспорт, т.2. –СПБ информационный центр «Выбор», 2003, с. 257-280.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

При освоении данной дисциплины нормативно-правовая документация не используется.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

1. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. Динамические и частотные характеристики структурных звеньев САУ ЭПС. Методические указания, СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2015, 18 с.

2. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. Влияние параметров САУ ЭПС на устойчивость и качество регулирования. Методические указания, СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2015, 18 с.

3. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. Исследование быстродействия регуляторов САУ ЭПС. Методические указания, СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2015, 20 с.

4. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. Исследование способа оценки качества регулирования САУ ЭПС. Методические указания, СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2015, 16 с.

5. Якушев А.Я., Викулов И.П., Цаплин А.Е. определение параметров регуляторов САУ ЭПС. Методические указания, СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2015, 18 с.

6. Якушев А.Я., Викулов И.П., Теличенко С.А. Улучшение качества регулирования системы автоматического управления ЭПС. Методические указания, СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2017, 16 с.

7. Якушев А.Я., Викулов И.П., Сычугов А.Н. Алгоритмы управления выпрямительно-инверторным преобразователем электровозов переменного тока в режиме тяги. Методические указания, СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2017, 16 с.

8. Якушев А.Я., Викулов И.П., Сычугов А.Н. Алгоритмы управления выпрямительно-инверторным преобразователем электровозов переменного тока в режиме рекуперативного торможения. Методические указания, СПб.: Петербургский университет путей сообщения, 2017, 16 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

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/>

10. 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 с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 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 (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

– технические средства (компьютерная техника и средства связи (персональные компьютеры, проектор, интерактивная доска, видеочамеры, акустическая система и т.д.);

– методы обучения с использованием информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, компьютерный лабораторный практикум и т.д.);

– перечень Интернет-сервисов и электронных ресурсов (поисковые системы, электронная почта, профессиональные, тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн-энциклопедии и справочники, электронные учебные и учебно-методические материалы).

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по данному направлению и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит:

– помещения для проведения лекционных и практических занятий (занятий семинарского типа), курсового проектирования, укомплектованных специализированной учебной 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 учебно-наглядные материалы в виде презентаций, которые обеспечивают тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой дисциплины;

– помещения для проведения групповых и индивидуальных консультаций;

– помещения для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

– помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Разработчик программы
профессор

«17» ноября 20 16 г.



Якушев А.Я.