ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Локомотивы и локомотивное хозяйство»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«Теория систем автоматического управления» (Б1.Б.40)

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

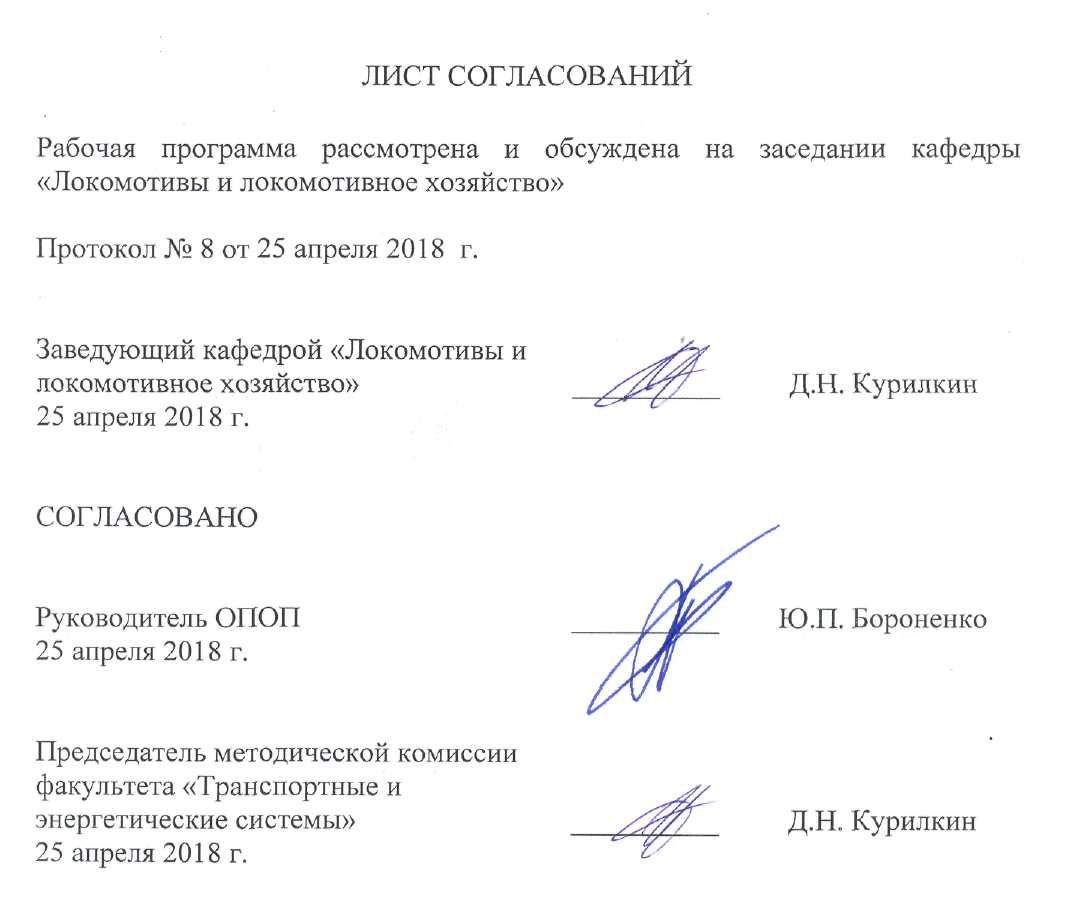
по специализации

«Технология производства и ремонта подвижного состава»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург

2018



**1. Цели и задачи дисциплины**

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

Цель дисциплины – формирование у студентов прочной теоретической базы по современным методам исследования систем управления, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с получением математического описания, моделированием, анализом, проектированием и испытанием систем автоматического управления (САУ).

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- улучшение общеобразовательной и специальной подготовки студентов путем примене­ния математических методов для решения прикладных задач;

- ознакомление студентов с математическими основами исследования систем автоматического регулирования;

- изучение студентами современного состояния теории автоматического регулирования и принципов исследования качества работы систем автоматического регулирования современных локомотивов;

- изучение принципов построения, настройки и эксплуатации локомотивных автоматических систем управле­ния, регулирования и защиты;

- повышение специальной подготовки студентов в процессе изучения автоматических систем регулирования отдельных узлов подвижного состава и решения прикладных задач.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной 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 функции и структурные схемы САУ; методы оценки устойчивости и качества САУ;

**Уметь:**

- строить структурные схемы линейных САУ подвижным составом и машинами, получать их характеристические уравнения и оценивать устойчивость и качество процессов регулирования;

**Владеть:**

- методами анализа систем автоматического управления подвижным составом и машинами.

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 **общепрофессиональных компетенций (ОПК)**:

- способностью 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 профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Теория систем автоматического управления» (Б1.Б.40) относится к базовой части и является обязательной для изучения.

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

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** | |
| **7** | **8** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 128  64  16  48 | 80  32  16  32 | 48  32  -  16 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 115 | 91 | 24 |
| Контроль | 45 | 9 | 36 |
| Форма контроля знаний | З, КР, Э | З, КР | Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 288/8 | 180/5 | 108/3 |

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

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела  дисциплины | Содержание раздела |
| 1. | Раздел №1. Введение. Общие сведения о системах автоматического регулирования | Значение автоматизации производственных и транспортных процессов, как одного из основных направлений технического прогресса в проблеме повышения производительности труда. Роль автоматизации как элемента технической революции, средства повышения производительности труда и эффективности производства, метода совершенствования управления производством.  Задачи автоматизации транспортных процессов, перспективы автоматизации управления ЭПС, процессов его технического обслуживания и ремонта. История развития автоматизации управления техническими объектами. Первые автоматические регуляторы Ползунова, Уатта, Черепановых.  Роль отечественных ученых в развитии кибернетики, в автоматизации производственных и транспортных процессов. |
| 2. | Раздел № 2. Основные понятия и определения теории автомати­ческих систем. | Автоматическое управление. Понятие о системе автоматического управления. Взаимосвязь автоматического управления и регулирования. Иерархические принципы построения систем управления.  Бортовые системы автоматического управления - системы автоведения (автомашиниста). Системы телеуправления. Подразделение функций автоматического управления между устройствами локомотива, станционными устройствами и устройствами центрального поста управления. Понятие о каналах и линиях связи и передаваемой по ним информации.  Перспективы развития систем автоматического регулирования, автоматического управления. Перспективы применения комплексных систем управления. Система автоматического управления как звено комплексной системы управления железнодорожным транспортом. |
| 3. | Раздел № 3. Фундаментальные принципы построения авто­матических систем: | разомкнутого управления, регулирования по возмущению, регулирования по отклонению, комбиниро­ванного регулирования. Примеры тепловозных автоматиче­ских систем регулирования (АСР) и управления (АСУ), по­строенных на основе фундаментальных принципов. |
| 4. | Раздел № 4. Функциональная схема замкнутой АСР. | Понятие о функциональных схемах и функциональных элементах. Классификация функциональных элементов. Функциональные схемы систем автоматического регулирования, реализующих принципы регулирования по возмущению, отклонению и комбинированный. Понятие об автоматическом регуляторе. Необходимость введения интеграла и производных в законы регулирования.  Функции элементов системы. Классы автомати­ческих систем: стабилизации, программного управления, сле­дящие и оптимального управления. Виды автоматических ре­гуляторов: прямого и непрямого действия, непрерывные, ре­лейные, импульсные, цифровые регуляторы. Алгоритмы (за­коны) работы регуляторов. Типы автоматических систем: од­но- и многоконтурные, многосвязные, статические и астати­ческие системы. |
| 5. | Раздел № 5. Статические и динамические характеристики автоматических систем и их элементов. | Режимы работы автома­тики и автоматических систем: установившийся (стационар­ный) и неустановившийся (нестационарный). Статические характеристики и параметры (коэффициенты передачи и воз­врата).  Понятие о статических и динамических характеристиках систем. Методы линеаризации и нелинейных систем. Статические и динамические ошибки CAP и их влияние на основные показатели систем: устойчивость и качество регулирования. Статические и астатические CAP. |
| 6. | Раздел № 6. Линейные и нелинейные элементы автоматики. | Аппроксимация реальных объектов типовыми звеньями. Виды соединений звеньев.  Определение передаточных функций системы и её характеристик по передаточным функциям и характеристикам звеньев входящих в систему.  Эквивалентные преобразования структурных схем.  Общие сведения о нелинейных системах автоматического управления. Учет нелинейностей в реальных системах, системы с введенными нелинейностями.  Типовые нелинейные звенья (зона нечувствительности, ограничение, двухпозиционное реле, люфт).  Определение статических характеристик систем при последовательном, параллельном соединении нелинейных звеньев, при использовании обратной связи. |
| 7. | Раздел № 7. Понятие о переходном процессе. | Понятие о типовых ди­намических элементарных линейных звеньях автоматических систем. Характеристики типовых звеньев. |
| 8. | Раздел № 8. Дифференциальные уравнения и их решения. | Формы записи линейных диффе­ренциальных уравнений. Переходные процессы в звеньях. Динамические временные характеристики, передаточные и частотные функции и характеристики. Логарифмические час­тотные характеристики.  Операторный способ решения дифференциальных уравнений. Понятие о передаточной функции, как отношении изображения по Лапласу выходной координаты к изображению входной. Изображения по Лапласу функции единичного скачка, производной, интеграла, а также предельных переходов для определения установившегося и переходного движений системы. Передаточная функция как характеристика, описывающая динамические свойства системы в области оператора Лапласа; связь передаточной функции с импульсной характеристикой.  Частотный способ решения дифференциальных уравнений. Понятие о частотной характеристике (ЧХ), как отношении преобразования по Фурье выходной координаты ко входной. Определение изображения реакции системы на произвольное возмущение. Способы перехода от изображения реакции к её оригиналу: по таблицам соответствия изображений и оригиналов, обратное преобразование Фурье, способ трапеций. ЧХ как характеристика, описывающая динамические свойства системы в частотной области; связь ЧХ с передаточной функцией и импульсной характеристикой. |
| 9. | Раздел № 9. Понятие передаточной функции. Типовые динамические звенья автоматических си­стем. | Передаточные функции и структурные схемы тягового двигателя последовательного возбуждения с линеаризованными характеристиками при регулировании тока или скорости исполнительными элементами, изменяющими напряжение или ток возбуждения двигателя.  Передаточные функции и структурные схемы тягового двигателя независимого возбуждения с линеаризованными характеристиками при регулировании тока или скорости исполнительными элементами, изменяющими напряжение на якоре или на обмотке возбуждения тягового двигателя.  Диффе­ренциальные уравнения, переходные функции, частотные функции и характеристики типовых динамических звеньев.  Электронные модели типовых звеньев. Примеры тепловозных элементов автоматики, обла­дающих динамическими свойствами типовых звеньев. |
| 10. | Раздел № 10. Методика составления дифференциальных уравнений динамики элементов автоматики. | Способы составления уравнений движения систем. Представление уравнений в виде одного уравнения, связывающего реакцию системы с воздействием. Способы решения дифференциального уравнения системы. Аналитическое решение. Определение свободной и вынужденной составляющих движения.  Переходная функция системы, как реакция на единичный импульс. Определение свободной и вынужденной составляющих переходной функции. Типовые графики переходных функций простейших систем. Импульсная (весовая) характеристика, как реакция системы на единичный импульс. Способы определения импульсной характеристики на основе задания начальных условий при решении уравнения движения и как производной от переходной функции. Типовые виды графиков переходных функций для простейших систем. Примеры экспериментального определения переходной функции и импульсной характеристики. Определение реакции системы на произвольное возмущение по временным характеристикам с помощью интеграла свёртки. Переходная функция и импульсная характеристика как характеристики, описывающие динамические свойства системы в области времени. |
| 11. | Раздел № 11. Типовые соединения динамических звеньев. | Правила изображения простейших алгебраических уравнений, связывающих воздействие и реакцию системы в виде структурной схемы. Формулы для определения эквивалентных передаточных функций для параллельного и последовательного включения звеньев, а также включения звеньев в обратную связь. Правила переноса точек разветвления и сумматоров. Примеры преобразования структурных схем и определения эквивалентной передаточной функции.  Струк­турные схемы, передаточные и частотные функции последо­вательного, параллельного и встречно-параллельного соеди­нения звеньев. |
| 12. | Раздел № 12. Уравнения динамики и характеристики ра­зомкнутой и замкнутой одноконтурной автоматических си­стем. | 4 Преобразования структурных схем автоматических си­стем. Составление и преобразование структурных схем теп­ловозных одноконтурных АСР. |
| 13. | Раздел № 13. Устойчивость систем автоматического регулирования. | Определение устойчивости. Понятие о возмущённом движении системы.  Общее аналитическое выражение свободного движения системы. Графики составляющих свободного движения, соответствующие определённому виду корней характеристического уравнения. Условия устойчивости А. М. Ляпунова для линейных систем. Особенности исследования устойчивости нелинейных систем. Понятие об автоколебаниях и предельном цикле. Устойчивость “в малом”, “в большом” и “в целом”. |
| 14. | Раздел № 14. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. | Обоснование критерия. Вывод формул для суммарного угла поворота вектора годографа Михайлова для случаев, когда система устойчива и неустойчива. Формулировка критерия. Примеры графиков годографа для случаев, когда система устойчива, неустойчива и находится на границах апериодической и колебательной устойчивости.  Частотный критерий устойчивости Найквиста, его связь с критерием Михайлова. Построение годографа и обоснование критерия устойчивости Найквиста. Графики АФХ для систем устойчивых и неустойчивых в разомкнутом состоянии и проверка по этим АФХ устойчивости исследуемых систем в замкнутом состоянии. Частотный критерий устойчивости Найквиста в логарифмических координатах. Структурно — устойчивые, структурно — неустойчивые системы и неустойчивые системы.  Области устойчивости и запасы устойчивости. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе и их определение по графикам АФХ и ЛЧХ. |
| 15. | Раздел № 15. Методы повышения качества работы автоматических систем | Понятие о качестве процессов регулирования и критерии качества. Методы оценки показателей качества.  Понятие о точности работы CAP в установившемся режиме. Оценка точности статических систем автоматического регулирования по статическим и динамическим ошибкам.  Постановка задачи синтеза. Задача синтеза как задача выбора дополнительной части системы, обеспечивающей выполнение необходимых требований к устойчивости и качеству процессов регулирования.  Принципы коррекции. Влияние последовательных и параллельных корректирующих звеньев на качество процессов регулирования.  Влияние параллельно - встречно включенных корректирующих звеньев на качество процесса регулирования. Идеальная и инерционная жесткая обратная связь. Идеальная и инерционная гибкая обратная связь. Реализация идеальных и инерционных обратных связей на базе аналоговых и цифровых интегральных микросхем. |
| 16. | Раздел № 16. Релейные автоматические системы | Релейные системы. Методы математического описания релейных автоматических систем. Методы расчета релейных автоматических систем.  Примеры применения. Функциональная схема обобщенной релейной автоматической системы. Автоколебания в релейных автоматических системах. Порядок определения устойчивости релейных автоматических систем. |
| 17. | Раздел № 17. Дискретные автоматические системы. | Дискретные и импульсные системы. Квантование по уровню и по времени. Погрешности квантования по уровню в современных условиях.  Понятие идеального квантователя. Спектр квантованного сигнала. Фиксатор.  Дискретное преобразование Лапласа и Z - преобразование. Импульсная передаточная функция, её вычисление. Аналого-цифровые САУ. Передаточная функция замкнутой импульсной системы.  Определение устойчивости импульсной САУ. Критерии устойчивости.  Точность и методы коррекции импульсных систем.  Реализация импульсной передаточной функции на ЭВМ. |
| 18. | Раздел № 18. Микропроцессорные системы автоматики. | Цифровые системы. Методы математического описания цифровых систем. Цифровая реализация типовых линейных алгоритмов регулирования. Методы расчета САР с цифровыми регуляторами.  Примеры применения. Функциональная схема обобщенной микропроцессорной автоматической системы. Порядок определения устойчивости микропроцессорных систем. Влияние процесса квантования на показатели работы микропроцессорных автоматических систем. |
| 19 | Раздел № 19. Методы исследования дискретных автоматических систем | Функция Ляпунова и её построение. Использование функции Ляпунова в синтезе устойчивых систем. Экспоненциальная устойчивость.  Теория абсолютной устойчивости нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости Попова и его обобщения- критерии Гелига. Абсолютная устойчивость релейных систем. Теорема Лурье об устойчивости нелинейных систем, её использование для синтеза многомерных нелинейных систем. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Раздел №1. Введение. Общие сведения о системах автоматического регулирования | 2 | - | - | 2 |
| 2 | Раздел № 2. Основные понятия и определения теории автомати­ческих систем. | 2 | - | 2 | 6 |
| 3 | Раздел № 3. Фундаментальные принципы построения авто­матических систем: | 2 | - | 4 | 7 |
| 4 | Раздел № 4. Функциональная схема замкнутой АСР. | 2 | 6 | 4 | 20 |
| 5 | Раздел № 5. Статические и динамические характеристики автоматических систем и их элементов. | 4 | 2 | 2 | 8 |
| 6 | Раздел № 6. Линейные и нелинейные элементы автоматики. | 2 | 4 | 2 | 8 |
| 7 | Раздел № 7. Понятие о переходном процессе. | 2 | 4 | 2 | 8 |
| 8 | Раздел № 8. Дифференциальные уравнения и их решения. | 4 | - | 4 | 8 |
| 9 | Раздел № 9. Понятие передаточной функции. Типовые динамические звенья автоматических си­стем. | 4 | - | 4 | 6 |
| 10 | Раздел № 10. Методика составления дифференциальных уравнений динамики элементов автоматики. | 4 | - | 4 | 12 |
| 11 | Раздел № 11. Типовые соединения динамических звеньев. | 4 | - | 4 | 6 |
| 12 | Раздел № 12. Уравнения динамики и характеристики ра­зомкнутой и замкнутой одноконтурной автоматических си­стем. | 4 | - | 2 | 4 |
| 13 | Раздел № 13. Устойчивость систем автоматического регулирования. | 4 | - | 2 | 4 |
| 14 | Раздел № 14. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. | 4 | - | 2 | 2 |
| 15 | Раздел № 15. Методы повышения качества работы автоматических систем | 4 | - | 2 | 4 |
| 16 | Раздел № 16. Релейные автоматические системы | 4 | - | 2 | 2 |
| 17 | Раздел № 17. Дискретные автоматические системы. | 4 | - | 2 | 2 |
| 18 | Раздел № 18. Микропроцессорные системы автоматики. | 4 | - | 2 | 3 |
| 19 | Раздел № 19. Методы исследования дискретных автоматических систем | 4 | - | 2 | 5 |
| **Итого** | | 64 | 16 | 48 | 112 |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Раздел №1. Введение. Общие сведения о системах автоматического регулирования | 1. Юревич Е.И. Теория автоматического управления. – СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 2007.  2. Автоматизация локомотивов. Учебное пособие для студентов вузов ж.д.т.: Под ред. А.В.Грищенко. - М.: Маршрут, 2007. 323 с.  3. Микропроцессорные системы автоматического регулирования электропередачи тепловозов. Учебное пособие для студентов вузов ж.д.т.: Под ред. А.В.Грищенко. - М.: Маршрут, 2004. 172 с.  4. Базилевский Ф.Ю., Грачев В.В., Грищенко А.В., Шрайбер М.А. Основы теории систем автоматического регулирования. Часть 1. Учебное пособие. - ПГУПС, 2017. 38 с. |
| 2 | Раздел № 2. Основные понятия и определения теории автомати­ческих систем. |
| 3 | Раздел № 3. Фундаментальные принципы построения авто­матических систем: |
| 4 | Раздел № 4. Функциональная схема замкнутой АСР. |
| 5 | Раздел № 5. Статические и динамические характеристики автоматических систем и их элементов. |
| 6 | Раздел № 6. Линейные и нелинейные элементы автоматики. |
| 7 | Раздел № 7. Понятие о переходном процессе. |
| 8 | Раздел № 8. Дифференциальные уравнения и их решения. |
| 9 | Раздел № 9. Понятие передаточной функции. Типовые динамические звенья автоматических си­стем. |
| 10 | Раздел № 10. Методика составления дифференциальных уравнений динамики элементов автоматики. |
| 11 | Раздел № 11. Типовые соединения динамических звеньев. |
| 12 | Раздел № 12. Уравнения динамики и характеристики ра­зомкнутой и замкнутой одноконтурной автоматических си­стем. |
| 13 | Раздел № 13. Устойчивость систем автоматического регулирования. |
| 14 | Раздел № 14. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. |
| 15 | Раздел № 15. Методы повышения качества работы автоматических систем |
| 16 | Раздел № 16. Релейные автоматические системы |
| 17 | Раздел № 17. Дискретные автоматические системы. |
| 18 | Раздел № 18. Микропроцессорные системы автоматики. |
| 19 | Раздел № 19. Методы исследования дискретных автоматических систем |

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

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

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1. Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Юревич Е.И. Теория автоматического управления. – СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 2007.

2. Бабков, Ю.В. Автоматизация локомотивов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.В. Бабков, Ф.Ю. Базилевский, А.В. Грищенко. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2007. — 323 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/58986. — Загл. с экрана

8.2. Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Луков Н. М. Основы автоматики и автоматизации тепловозов: Учебник для вузов ж.д. транспорта. – М.: Транспорт, 1989. – 296 с.

2. Автоматизация электроподвижного состава: Учебник для вузов ж.д.т./ А.Н.Савоськин, Л.А.Баранов, А.В.Плакс, В.П.Феоктистов. - М.: Транспорт, 1990. 311 с.

3. Микропроцессорные системы автоматического регулирования электропередачи тепловозов. Учебное пособие для студентов вузов ж.д.т.: Под ред. А.В.Грищенко. - М.: Маршрут, 2004. 172 с.

4. Базилевский Ф.Ю., Грачев В.В., Грищенко А.В., Шрайбер М.А. Основы теории систем автоматического регулирования. Учебное пособие. Часть 1. - ПГУПС, 2017. 38 с.

8.3. Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

- не предусмотрено.

8.4. Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Грачев В.В., Грищенко А.В., Смирнов А.Н. Элементы и системы автоматического регулирования локомотивов. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Автоматизация локомотивов». С.-Пб. ПГУПС, 2000 г. 16 с.

2. Базилевский Ф.Ю., Грищенко А.В. Исследование системы автоматического регулирования. Методические указания к курсовому проектированию. С.-Пб. ПГУПС, 2015. 22 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 ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ibooks.ru/ — Загл. с экрана.

3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://e.lanbook.com/books — Загл. с экрана.

**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);
* методы обучения с использованием информационных технологий(демонстрация мультимедийныхматериалов);
* электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sdo.pgups.ru.

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

* операционная система Windows, MS Office;
* Электронное учебное пособие «Основы теории автоматического регулирования» - 2014 год, ФГОУ ВПО ПГУПС, каф. «Локомотивы и локомотивное хозяйство».
* Электронное учебное пособие «Элементы автоматики» - 2015 год, ФГОУ ВПО ПГУПС, каф. «Локомотивы и локомотивное хозяйство».
* Электронное учебное пособие «Автоматизация локомотивов» - 2016 год, ФГОУ ВПО ПГУПС, каф. «Локомотивы и локомотивное хозяйство».

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

Материально-техническая база, используемая при изучении данной дисциплины, соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий, предусмотренных учебным планом для данной дисциплины.

Она содержит:

- для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, выполнения курсовых проектов используются учебные аудитории, укомплектованные специализированной мебелью и техническими

