

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Теория систем автоматического управления**

Специальность: 23.05.03 – Подвижной состав железных дорог

Специализация: Локомотивы

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 167889  
Подписал: заведующий кафедрой Космодамианский Андрей  
Сергеевич  
Дата: 19.05.2021

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Теория систем автоматического управления» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1295 от 17.10.2016г. по направлению подготовки "23.05.03 Подвижной состав железных дорог".

В соответствии с требованиями ФГОС ВО основной целью изучения учебной дисциплины является формирование у обучающихся определенного состава компетенций, которые базируются на характеристиках будущей профессиональной деятельности. Функционально-ориентированная целевая направленность рабочей учебной программы непосредственно связана с результатами, которые обучающиеся будут способны продемонстрировать по окончании изучения учебной дисциплины.

Целью освоения учебной дисциплины «Теория тяги поездов» является формирование у обучающихся в соответствии с выбранными видами деятельности "производственно-технологическая и организационно-управленческая" профессиональных компетенций

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-83** - Имеет навык выполнять обоснование параметров конструкции конструкций и систем тягового подвижного состава

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Владеть**

навыков практического применения математического пакета Mathcad при решении задач теории линейных автоматических систем; осмысления и анализа полученных результатов.

### **Знать**

знаний о принципах построения локомотивных автоматических систем управления, регулирования и защиты, в том числе микропроцессорных; основах теории линейных автоматических систем; методах определения устойчивости и качества работы, методах и средствах, используемых при создании локомотивных автоматических систем;

### **Уметь**

умений применять полученные знания при расчете, конструировании и ис-пытаниях автоматических устройств, регуляторов и систем управления, регулирования и защиты; применять полученные знания при настройке и эксплуатации авто-матических систем управления, регулирования и защиты, в том числе микропроцессорных;

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц (180 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Сем. №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	20	20
В том числе:		
Занятия лекционного типа	12	12
Занятия семинарского типа	8	8

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 160 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

### 4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p><b>Основные понятия и принципы автоматического управления техническими объектами</b></p> <p>1.1. Введение в теорию систем автоматического управления . Основные понятия и определения теории автоматического управления. Сущность проблемы автоматического управления. Уровни автоматизации технических объектов: автоматизационное связывание, автоматическое регулирование, автоматическое управление. Классификация систем автоматического управления.</p> <p>1.2. Принципы автоматического управления. Фундаментальные принципы автоматического управления: разомкнутое управление, управление по возмущению, регулирование по отклонению, комбинированный принцип. Основные виды автоматического управления: стабилизация, программное регулирование, следящие системы, оптимальное управление. Адаптивные системы автоматического управления: самонастраивающиеся и самоорганизующиеся.</p> <p>1.3. Математическое описание систем автоматического управления. Уравнения динамики и статики САУ, методы их решения. Линейные и нелинейные системы автоматического управления, линеаризация. Понятие статических и динамических характеристик элементов и систем автоматического управления. Динамические звенья и передаточные функции.</p>
2	<p><b>Функциональные схемы и элементы и статические характеристики САУ</b></p> <p>2.1. Функциональные схемы и элементы автоматических систем. Понятие функциональной схемы и функционального элемента САУ. Классификация функциональных элементов по назначению в системах автоматики. Виды функциональных схем: разомкнутые и замкнутые, одноконтурные и многоконтурные. Типовые функциональные схемы и алгоритмы систем автоматического регулирования ЭПС.</p> <p>2.2. Статические характеристики элементов и систем автоматического регулирования . Виды статических характеристик элементов САУ техническими объектами. Влияние обратной связи на статические характеристики. Оценка точности автоматического регулирования в установившихся режимах. Статические и астатические системы</p>
3	<p><b>Структурные схемы и динамические характеристики автоматических систем</b></p> <p>3.1. Динамические характеристики элементов и систем автоматического регулирования. Временные характеристики: переходная функция, весовая функция. Частотные характеристики: амплитудная частотная (АЧХ), фазовая частотная (ФЧХ), амплитудно-фазовая (АФХ). Логарифмические частотные характеристики. Временные и частотные характеристики основных звеньев динамических систем: безынерционного, апериодического, колебательного, интегрирующего, дифференцирующего.</p> <p>3.2. Структурные схемы систем автоматического регулирования. Понятие структурных схем и динамических звеньев автоматических систем. Правила изображения и преобразования структурных схем. Передаточные функции типовых динамических звеньев. Способы соединения динамических звеньев: последовательное, параллельное, соединение обратной связью (отрицательной и положительной). Принципы построения структурных схем систем автоматического регулирования. Определение передаточных функций разомкнутых и замкнутых (одноконтурных и многоконтурных) систем. Виды автоматических регуляторов по законам регулирования: П-, И-, Д-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторы.</p>
4	<p><b>Устойчивость и качество автоматического регулирования</b></p> <p>4.1 Понятие и критерии устойчивости систем автоматического регулирования. Понятие устойчивости САУ. Устойчивость «в малом», «в большом», «в целом». Условия устойчивости по А.М. Ляпунову. Алгебраический критерий устойчивости Рауса-Гурвица. Частотные критерии устойчивости: критерий Найквиста, критерий Михайлова. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Исследование устойчивости систем, состоящих из</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>типовых динамических звеньев. Запасы и области устойчивости. Структурно-устойчивые и структурно-неустойчивые системы.</p> <p>4.2. Оценка качества автоматического регулирования.</p> <p>Понятие качества автоматического регулирования; прямые и косвенные критерии качества. Оценка точности регулирования в установившемся режиме. Прямые критерии качества пе-реходных процессов. Интегральные оценки качества автоматического регулирования. Понятие корневых и частотных кри-териев качества.</p>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Метод проектов «Преобразование структурных схем»
2	Метод проектов «Применение критерия устойчивости Раусса-Гурвица»
3	Метод проектов «Применение частотного критерия устойчивости Михайлова»
4	Метод проектов «Оценка качества автоматического регулирования»

##### Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	<p><b>Самостоятельная работа</b></p> <p>Для успешного освоения дисциплины студенты должны прослушать курс лекций, во время аудиторной работы самостоятельно выполнить задания на практических занятиях; во время внеаудиторной работы выполнить курсовую работу, сдать экзамен.</p> <p>Необходимым требованием для успешного освоения курса, выполнения курсовой работы и подготовки к экзамену является самостоятельная работа студента над учебным материалом во внеаудиторное время без участия преподавателя.</p> <p>Во время самостоятельной работы без участия преподавателя студенту необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- используя рекомендованную литературу и навыки, полученные во время проведения лекционных практических занятий в аудиторное время под руководством преподавателя, изучить все разделы дисциплины.</li> <li>- выполнить и оформить курсовую работу.</li> </ul> <p>Методические рекомендации по выполнению курсовой работы даны в учебно-методических материалах, размещенных в системе "Космос"</p> <p>В процессе освоения дисциплины " Теория систем автоматического управления" студенты должны посетить лекционные и практические занятия, подготовить и защитить курсовую работу, сдать экзамен. Предусмотрена контактная работа с преподавателем , которая включает в себя лекционные занятия практические занятия, групповые консультации, индивидуальную работу с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации обучающихся.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лекционные занятия включают в себя конспектирование излагаемого преподавателем материала. На занятии необходимо иметь тетрадь для конспекта, ручку, чертежные принадлежности.</li> <li>2. Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с рекомендованной литературой. На занятиях необходимо иметь конспект лекций , методические указания, справочную литературу. Часть практических занятий проводится в интерактивном режиме с использованием методических указаний, размещённых в приложении к ФОС по дисциплине, размещённом в приложении к данной рабочей программе.</li> </ol>

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	3. В рамках самостоятельной работы необходимо изучить теоретический материал, научиться пользоваться справочным материалом. Также необходимо ознакомиться с Методическими указаниями по выполнению курсовой работы, размещенными в системе дистанционного обучения "КОСМОС". Выполнение и защита курсовой работы являются непременным условием для допуска к экзамену. Во время самостоятельного изучения материала можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя.
2	Выполнение курсовой работы.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.

#### 4.4. Примерный перечень тем

##### Примерный перечень тем курсовых работ

Темой курсовой работы является «Синтез САР и анализ качества процессов регулирования». Работа предусматривает разработку САР ЭПС в соответствие с заданием, определение передаточных функций элементов и самой системы, синтез системы для получения заданных параметров, построение кривой переходного процесса, определение показателей качества процессов регулирования.

Исходными данными является: передаточная функция САУ ЭПС и показатели качества регулирования.

При выборе исходных данных шифр представляется следующим образом

Последние четыре цифры учебного шифра 0 4 2 9

Условное обозначение для выбора исходных данных N4 N3 N2 N1

1) Порядок астатизма САР определяется суммой трех последних цифр учебного шифра

Порядок астатизма  $N1 + N2 + N3$

1 Четное число

2 Нечетное число

2) Перерегулирование САР определяется суммой  $N1 + N3$

$N1 + N3$  0 ? 3 4 ? 7 8 ? 11 12 ? 15 16 ? 19

?, % 10 15 20 25 30

3) Время регулирования САР определяется суммой  $N2 + N3$

$N2 + N3$  0 ? 7 8 ? 14 15 ? 19

$t_p, c$  0,05 0,1 0,15

4) Передаточная функция разомкнутой САР имеет вид:

$$W(p) = K(T_1 * p + 1) / [(T_2 * p + 1) * (T_3 * p + 1)]$$

5) Коэффициент передачи системы определяется следующей формулой

$$K = 40 + 3(N_1 + N_3)$$

б) Постоянные времени передаточной функции САР определяются последней цифрой учебного шифра

$N_1$  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

$T_1$  0 0 0 0 0 0 0,004 0,004 0,005 0,005

$T_2$  0,4 0,5 0,6 0,2 0,2 0,2 0,5 0,6 0,6 0,7

$T_3$  0,4 0,5 0,6 0,4 0,5 0,6 0,5 0,6 0,6 0,7

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Автоматизированные системы управления электроподвижным составом Л.А.Баранов, А.Н.Савоськин, О.Е.Пудовиков и др. Учебник 2013	Библиотека РУТ
1	Автоматические системы управления локомотивов Луков Н.М., Космодамианский А.С. Учебное пособие 2007	Библиотека РОАТ

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 1. Официальный сайт РОАТ - <http://www.rgotups.ru/>

2. Официальный сайт МИИТ - <http://miit.ru/>

3. Электронно-библиотечная система РОАТ - <http://lib.rgotups.ru/>

4. Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки

МИИТ - <http://library.miiit.ru/>

5. Электронные расписания занятий - <http://appnn.rgotups.ru:8080/scripts/B23.exe/R01>

6. Электронные сервисы АСУ Университет (АСПК РОАТ) - <http://appnn.rgotups.ru:8080/>

7. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам

8. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» - <http://e.lanbook.com/>

9. Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru) - <http://ibooks.ru/>

10. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» - <http://www.biblio-online.ru/>

11. Электронно-библиотечная система «Академия»-<http://academia-moscow.ru/>

12. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» - <http://www.book.ru/>

13. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <http://www.znanium.com/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)- Программное обеспечение для выполнения практических заданий включает в себя программные продукты общего применения: Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013), универсальной интегрированной средой MathCad.

- Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office 2003 и выше.

- Программное обеспечение, необходимое для оформления курсовых работ и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше.

- Программное обеспечение для выполнения текущего контроля успеваемости: Браузер Internet Explorer 11.0 и выше.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ,



НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) Учебная аудитория должна соответствовать требованиям пожарной безопасности и охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов.

Учебные лаборатории и кабинеты должны быть оснащены необходимым лабораторным оборудованием, приборами и расходными материалами, обеспечивающими проведение предусмотренного учебным планом лабораторного практикума (практических занятий) по дисциплине. Освещенность рабочих мест должна соответствовать действующим СНиПам.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 6 семестре.

Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Лист согласования

Заведующий кафедрой ТПС РОАТ

А.С.

Космодамианский

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.Н. Климов