

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Дальневосточный государственный университет путей сообщения"
(ДВГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой
(к110) ТЖД



Яранцев М.В., канд.
техн. наук

15.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **Теория автоматического управления подвижным составом**

для специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Составитель(и): к.т.н., доцент, Доронин С.В.

Обсуждена на заседании кафедры: (к110) ТЖД

Протокол от 09.06.2021г. № 9

Обсуждена на заседании методической комиссии учебно-структурного подразделения: Протокол от 15.06.2021 г. № 10

г. Хабаровск
2022 г.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ _____ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
(к110) ТЖД

Протокол от _____ 2023 г. № ____
Зав. кафедрой Яранцев М.В., канд. техн. наук

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ _____ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
(к110) ТЖД

Протокол от _____ 2024 г. № ____
Зав. кафедрой Яранцев М.В., канд. техн. наук

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ _____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
(к110) ТЖД

Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой Яранцев М.В., канд. техн. наук

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ _____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
(к110) ТЖД

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой Яранцев М.В., канд. техн. наук

Рабочая программа дисциплины Теория автоматического управления подвижным составом разработана в соответствии с ФГОС, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.03.2018 № 215

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **заочная**

ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Виды контроля на курсах:
в том числе:		экзамены (курс) 4
контактная работа	16	курсовые проекты 4
самостоятельная работа	155	
часов на контроль	9	

Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)

Курс	4		Итого	
	УП	РП		
Лекции	8	8	8	8
Практические	8	8	8	8
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	155	155	155	155
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Системы автоматического управления и регулирования на подвижном составе (САУ); линейные и нелинейные САУ, методы линеаризации; типовые динамические звенья САУ и их характеристики; математическое описание САУ, передаточные функции; устойчивость и качество работы линейных САУ; основы синтеза линейных САУ; основы теории нелинейных САУ.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код дисциплины:	Б1.О.25
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Электрические машины
2.1.2	Математика
2.1.3	Теоретическая механика
2.1.4	Физика
2.1.5	Общий курс железнодорожного транспорта
2.1.6	Электротехника
2.1.7	Высшая математика
2.1.8	Электротехника и электроника
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Дисциплины специализации
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Системы автоматизации производства и ремонта вагонов

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1: Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

Знать:

основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, теории дифференциальных уравнений и основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач; фундаментальные понятия, теории и законы физики для решения инженерных задач; теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении инженерных химических и материаловедческих задач; основы использования вычислительной техники для моделирования и решения инженерных задач; основные законы теоретической механики для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; основные законы термодинамики и теплопередачи для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; принципы автоматического управления и регулирования на подвижном составе; методы линеаризации и математического описания линейных систем; особенности анализа нелинейных систем.

Уметь:

использовать фундаментальные понятия, теории и законы математики для решения инженерных задач; использовать фундаментальные понятия, теории и законы физики для решения инженерных задач; использовать фундаментальные понятия, теории и законы химии для решения инженерных задач; использовать возможности вычислительной техники и применять программное обеспечение персонального компьютера для моделирования и решения инженерных задач; использовать основные законы теоретической механики для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока, различать и выбирать типовые элементы электрических цепей и электрические аппараты, читать электрические схемы, использовать измерительные приборы и проводить измерения; использовать основные законы термодинамики и теплопередачи для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; выполнять мониторинг прогнозирования и оценку экологической безопасности объектов железнодорожного транспорта; анализировать системы автоматического управления подвижным составом (САУ); применять методы линеаризации и математического описания линейных систем; оценивать устойчивость и качество процессов регулирования в нелинейных САУ.

Владеть:

методами математического описания и моделирования физических явлений и процессов, определяющих принципы работы подвижного состава железных дорог его систем; опытом использования возможностей вычислительной техники и применения программного обеспечения персонального компьютера для моделирования и решения инженерных задач; основными законами и методами механики; методами физико-химического анализа; методами экологического обеспечения производства и инженерной защиты окружающей среды; методами термодинамического анализа теплотехнических устройств и кузовов подвижного состава; методами выбора электрических аппаратов для типовых электрических схем систем управления; методами чтения электрических схем систем управления исполнительными машинами; терминологией «Теории автоматического управления»; подходами к математическому описанию линейных систем; основами анализа нелинейных САУ.

ОПК-4: Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов

Знать:

конструкторскую документацию, сборочный чертеж, элементы геометрии деталей, аксонометрические проекции деталей, изображения и обозначения деталей, основы компьютерного моделирования деталей подвижного состава; особенности и характеристики конструкционных материалов, применяемых при производстве подвижного состава железных дорог; основные виды механизмов, типовые методы анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при различных видах нагружения; теоретические основы стандартизации; основные элементы и детали машин и способы их соединения; теорию работы и конструкцию узлов, агрегатов, оборудования, средств автоматизации и защиты объектов подвижного состава; основные положения теории надежности при проектировании объектов подвижного состава железных дорог; характеристики типовых динамических звеньев, методы оценки устойчивости и качества переходных процессов в линейных САР и метод синтеза последовательного корректирующего устройства линейных систем.

Уметь:

выполнять эскизы, деталей машин с использованием компьютерных технологий, читать сборочные чертежи и оформлять конструкторскую документацию; использовать современные технологии проектной деятельности в сфере машиностроения, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию с использованием компьютерных технологий; анализировать кинематические схемы механизмов машин и обоснованно выбирать параметры их приводов; обоснованно выбирать конструкционные материалы для изготовления деталей машин; выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и механизмов при различных видах нагружения; использовать машиностроительные стандарты при проектировании узлов механизмов и машин; применять типовые методы расчета передач, пружин, болтов, винтов, сварных и резьбовых соединений, обоснованно выбирать параметры типовых передаточных механизмов к конкретным машинам; применять основные положения теории надежности при проектировании объектов подвижного состава железных дорог; строить характеристики типовых динамических звеньев, оценивать устойчивость, качество переходных процессов в линейных САР и синтезировать корректирующие устройства линейных систем.

Владеть:

компьютерными программами проектирования и разработки чертежей деталей подвижного состава; навыками выбора технических параметров, проектирования и расчета характеристик новых образцов объектов подвижного состава (в соответствии со специализацией обучения), его узлов, агрегатов, оборудования, средств автоматизации и защиты; методами выбора электрических аппаратов для типовых электрических схем систем управления; методами чтения электрических схем систем управления исполнительными машинами; методами оценки свойств конструкционных материалов, способами подбора материалов для проектируемых деталей машин и подвижного состава; методами производства деталей подвижного состава и машин; методами анализа кинематических схем и типовыми методами расчета узлов и механизмов машин; навыками выбора наиболее эффективного метода повышения надёжности конструкций подвижного состава; подходами к выводу передаточных функций типовых динамических звеньев, методами анализа линейных САР и основами синтеза линейных систем

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Лекции						
1.1	Введение в дисциплину Теория автоматического управления подвижным составом (ТАУ). /Лек/	4	2	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.2	Обзор 1 части теоретических вопросов /Лек/	4	3	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.3	Обзор 2 части теоретических вопросов /Лек/	4	3	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
	Раздел 2. Практика						
2.1	Структура САР. /Пр/	4	2	ОПК-1 ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.2	Анализ устойчивости линейных САР. /Пр/	4	3	ОПК-1 ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.3	Анализ показателей качества переходных процессов. /Пр/	4	3	ОПК-1 ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
	Раздел 3. Самостоятельная работа						
3.1	Подготовка к лекциям /Ср/	4	60	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	0	
3.2	Подготовка к практике /Ср/	4	14	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	0	

3.3	Выполнение и подготовка к защите курсового проекта /Ср/	4	45	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	0	
3.4	Подготовка к экзамену /Ср/	4	36	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	0	
Раздел 4. Контроль							
4.1	Экзамен по теоретическому материалу /Экзамен/	4	9	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Размещены в приложении

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Доронин С.В.	Теория систем автоматического управления и регулирования: учеб. пособие	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2012,

6.1.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Доронин С.В.	Теория автоматического управления и регулирования: Учеб. пособие	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2005,

6.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Доронин С.В.	Теория систем автоматического управления: метод. пособие для выполнения курсового проекта	Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2015,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана	http://library.bmstu.ru
Э2	Моделирование и исследование: систем, объектов...	http://model.exponenta.ru

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

6.3.1 Перечень программного обеспечения

АСТ тест - Комплекс программ для создания банков тестовых заданий, организации и проведения сеансов тестирования, лиц.АСТ.РМ.А096.Л08018.04, дог.372

Mathcad Education - University Edition - Математический пакет, контракт 410

МВТУ - Современная среда интеллектуального САПР, предназначенная для детального исследования и анализа нестационарных процессов в системах автоматического управления. Свободно распр.ПО для УЗ.

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

Профессиональная база данных, информационно-справочная система Гарант - <http://www.garant.ru>

Профессиональная база данных, информационно-справочная система КонсультантПлюс - <http://www.consultant.ru>

Профессиональная база данных, информационно-справочная система Техэксперт - <http://www.cntd.ru>

7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Аудитория	Назначение	Оснащение
3121	Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Вычислительный центр кафедры "ТЖД"	проектор, экран, плоттер, компьютеры, комплект учебной мебели, доска учебная
3116	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	ПК, мультимедийный проектор, меловая доска, комплект мебели, экран
3322	Помещения для самостоятельной работы	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная

Аудитория	Назначение	Оснащение
	обучающихся. Читальный зал НТБ	техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для рационального распределения времени по разделам дисциплины и по видам самостоятельной работы студентам предоставляется учебно-методическое и информационное обеспечение, приведенное в данной рабочей программе.

В процессе обучения студенты должны усвоить теоретические основы курса, подготовиться к предстоящей инженерной деятельности и научиться управлять развитием своего мышления.

Вопросы теоретического материала рассматриваются в рамках лекционного курса и приведены рекомендуемой литературе, предусмотренной рабочей программой по данной дисциплине.

Дисциплина заканчивается экзаменом по вопросам теоретического материала.

Краткая аннотация курсового проекта (КП) с рекомендациями по выполнению

В соответствии с учебным планом очного и заочного обучения студентами выполняется курсовой проект. Выполнение студентами КП является важным средством более глубокого усвоения учебного материала и приобретения практических навыков по расчету систем автоматического регулирования (САР). При выполнении КП необходимо руководствоваться литературой, предусмотренной рабочей программой по данной дисциплине.

При разработке курсового проекта ставится основная цель – научить студентов навыкам использования методов анализа линейных САР.

Бланк задания на КП всем студентам выдается в виде индивидуального варианта на первом практическом занятии или установочной сессии (для студентов заочного обучения).

Бланк задания вшивается в пояснительную записку работы сразу после титульного листа.

Примеры заданий на КП приведены в приложении к методическим указаниям.

Порядок выполнения КП, содержание (перечень подлежащих разработке вопросов и перечень графического материала) приведены в методических указаниях.

Краткое содержание курсового проекта

1. Описание работы схемы.
2. Составление функциональной схемы САР.
3. Вывод передаточных функций динамических звеньев.
4. Построение частотных характеристик для заданного ТДЗ.
5. Составление структурной схемы САР.
6. Определение передаточных функций САР.
7. Оценка устойчивости САР по заданному критерию.
8. Оценка устойчивости САР по ЛАХ и ЛФХ разомкнутой САР / устойчивость по Д-разбиению.
9. Построение вещественной частотной характеристики САР.
10. Расчет и построение кривой переходного процесса в САР.
11. Оценка показателей качества по переходной характеристике.

Курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки, в которой приводятся расчетные формулы с необходимыми пояснениями, расчетные схемы, графики, результаты расчетов и выводы.

При защите курсового проекта студент должен знать методику выполнения расчетов, критерии, определения и понятия, используемые в расчетах.

Оформление титульного листа, текста пояснительной записки; нумерация страниц, разделов, формул, таблиц и рисунков; составление названий разделов, таблиц, рисунков и приложений осуществляется в соответствии со стандартом университета СТ 02-16-12 (в последней редакции).

После выполнения полного объема курсового проекта он сдается на проверку преподавателю.

Преподаватель в течение установленного времени проверяет проект и на титульном листе пишет заключение о допуске «к защите» или «к исправлению».

Если курсовой проект не допущен к защите, то все необходимые дополнения и исправления включаются в пояснительную записку проекта, и он сдается на повторную проверку.

Допущенный к защите проект предъявляется преподавателю на защите в соответствии с действующими стандартами.

КП выполненный неправильно, или не в соответствии с выданным заданием, защите не подлежит.

К экзамену по дисциплине допускаются студенты, освоившие теоретический материал и успешно защитившие курсовой проект.

Экзамен тестовой форме

В конце семестра (на сессии) студенты демонстрируют знание материала дисциплины на итоговом тестировании

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ состоит из 35 вопросов (случайная выборка из всей тестовой базы), продолжительностью в 35 минут. Полный перечень вопросов тестовой базы представлен в согласованных и утвержденных «Тестовых материалы контроля знаний» включенных в УМКД дисциплины.

Показатели и критерии оценивания (для экзамена в тестовой форме)

Верное выполнение каждого тестового задания оценивается 1 баллом. За неверный ответ или отсутствие ответа выставляется 0 баллов.

Общий балл определяется суммой баллов, полученных за верное выполнение заданий. Максимальное количество баллов (верное выполнение всех заданий) равняется объему теста.

Оценивание производится по следующей шкале:

100 – 95% правильных ответов – отлично,

94 – 80% правильных ответов – хорошо,

79 – 60% правильных ответов – удовлетворительно,

59 – 0% правильных ответов – неудовлетворительно,

где: 100% - верное выполнение всех заданий - максимальное количество баллов.

Все тесты выполняются в компьютерной форме с использованием программного комплекса.

Для проведения теста резервируется аудитория, оснащенная персональными компьютерами.

В ходе выполнения теста, студенты могут делать черновые записи только на бланках, выдаваемых преподавателем перед началом тестирования.

Черновые записи при проверке не рассматриваются.

Проверка выполнения отдельного задания и теста в целом производится автоматически.

Общий тестовый балл и результат, в соответствии со шкалой тестирования, сообщается студенту сразу после окончания тестирования.

Для самостоятельного изучения данной дисциплины, а также для подготовке к сдаче экзамена и курсового проекта студентам рекомендована следующая литература:

1. "Теория систем автоматического управления и регулирования" учеб. пособие Доронин С.В. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС 2012 2-е изд., доп. и перераб.

2. "Теория автоматического управления и регулирования" Учеб. пособие Доронин С.В. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС 2005

3. "Теория систем автоматического управления" метод. пособие для выполнения курсового проекта Доронин С.В. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС 2015

Тема курсового проекта: "Исследование линейной системы автоматического регулирования"

Примерный перечень вопросов для сдачи курсового проекта:

1. Методы исследования процессов в нелинейных системах
2. Общий метод линеаризации
3. Передаточные функции динамических звеньев
4. Составление уравнений САР по типовым динамическим звеньям
5. Общий метод составления уравнений САР
6. Передаточные функции САР
7. Понятие об автоматическом регулировании
8. Линейные и нелинейные САР – общие положения
9. Метод фазовой плоскости (постановка и изображение переходных процессов)
10. Идеальные интегрирующие звенья - их характеристики
11. Метод фазовой плоскости (предельные циклы и устойчивость нелинейных САР)
12. Идеальные дифференцирующие звенья - их характеристики
13. Корневые методы оценки качества
14. Логарифмические частотные характеристики динамических звеньев
15. Частотный критерий качества
16. Аperiodические звенья второго порядка - их характеристики

Примерный перечень вопросов для сдачи экзамена:

1. Разомкнутые и замкнутые САР
2. Системы автоматической стабилизации (САР напряжения генератора)
3. Элементы синтеза САР - общие положения
4. Построение кривой переходного процесса – общие положения
5. Приближенная оценка вида переходного процесса по вещественной характеристике
6. Временные характеристики динамических звеньев
7. Определение устойчивости по логарифмическим характеристикам
8. Частотные характеристики динамических звеньев (частотная передаточная функция)
9. Частотные характеристики динамических звеньев (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ)
10. Понятие устойчивости линейных систем (границы устойчивости, 3 теоремы Ляпунова)

11. Определение показателей качества регулирования по переходной характеристике
12. Понятие устойчивости линейных систем («до корней» характеристического уравнения)
13. Оценка качества регулирования – общие положения
14. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица
14. Точность в типовых режимах (1, 2 и 3 режим)
16. Критерий устойчивости Михайлова (без доказательства)
17. Точность в типовых режимах (4 режим – движение по синусоидальному закону)
18. Классический метод построения кривой переходного процесса
19. Основные задачи теории автоматического управления
20. Метод трапецеидальных вещественных характеристик
21. Метод логарифмических амплитудных характеристик
22. Аperiodические звенья первого порядка - их характеристики
23. Синтез последовательного корректирующего устройства
24. Динамические звенья – общие положения