

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

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой  
(к110) ТЖД



Трофимович В.В.,  
канд. техн. наук

06.06.2023

## 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 17.05.2023г. № 7

Обсуждена на заседании методической комиссии по родственным направлениям и специальностям: Протокол

---

---

**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 Трофимович В.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 Трофимович В.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 Трофимович В.В., канд. техн. наук

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
(к110) ТЖД

Протокол от \_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Трофимович В.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 **очная**

**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 в семестрах:
в том числе:		экзамены (семестр) 6
контактная работа	68	курсовые проекты 6
самостоятельная работа	76	
часов на контроль	36	

**Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя 16 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Контроль самостоятельной работы	4	4	4	4
В том числе инт.	6	6	6	6
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
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.26
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Общий курс железнодорожного транспорта
2.1.2	Теоретическая механика
2.1.3	Физика
2.1.4	Электрические машины
2.1.5	Высшая математика
2.1.6	Электротехника и электроника
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Преддипломная практика Автоматизация технологических процессов

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

**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 САУ; Метод синтеза последовательного корректирующего устройства линейных систем; Принципы автоматического управления и регулирования на подвижном составе; Методы линеаризации и математического описания линейных систем; Особенности анализа нелинейных 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 и качество переходных процессов в линейных САУ; Синтезировать корректирующие устройства линейных систем; 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:**

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 надежности конструкций подвижного состава; Подходами к выводу передаточных функций типовых динамических звеньев; Методами анализа линейных САУ; Основами синтеза линейных систем; Терминологией дисциплины; Подходами к математическому описанию линейных систем; Основами анализа нелинейных САУ

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	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
<b>Раздел 1. Лекции</b>							
1.1	Введение в дисциплину Теория автоматического управления подвижным составом (ТАУ). /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.2	Основные понятия и определения ТАУ. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.3	Линейные и нелинейные САР, методы линеаризации. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.4	Типовые динамические звенья (ТДЗ) и их характеристики. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.5	Частотные характеристики ТДЗ. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.6	Примеры ТДЗ и их характеристики. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.7	Дифференциальные уравнения и передаточные функции САР. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.8	Устойчивость линейных САР. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.9	Критерии устойчивости. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.10	Переходные процессы в САР. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.11	Оценка качества регулирования. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.12	Корневые методы оценки качества. Частотные критерии качества. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.13	Синтез систем автоматического управления и регулирования. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.14	Нелинейные системы. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.15	Анализ нелинейных систем. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
1.16	Перспективы развития ТАУ. /Лек/	6	2	ОПК-4	Л1.1Л2.1 Э2	0	
<b>Раздел 2. Практика</b>							
2.1	Структура САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.2	Анализ работы САР замкнутого типа. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.3	Линеаризация исходных уравнений. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.4	Передаточные функции типовых динамических звеньев (ТДЗ) САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.5	Временные характеристики ТДЗ САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.6	Частотные характеристики ТДЗ САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	2	Практика с разбором конкретной ситуации
2.7	Передаточные функции САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.8	Алгебраические критерии устойчивости САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.9	Частотные критерии устойчивости САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	2	Практика с разбором конкретной ситуации

2.10	Логарифмические характеристики САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.11	Анализ устойчивости САР методом Д-разбиения. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.12	Вещественная частотная характеристика замкнутой САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.13	Построение кривой переходного процесса в САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.14	Оценка показателей качества по переходной характеристике. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	2	Практика с разбором конкретной ситуации
2.15	Синтез корректирующего устройства. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
2.16	Анализ нелинейных САР. /Пр/	6	2	ОПК-4	Л2.1Л3.1 Э2	0	
<b>Раздел 3. Самостоятельная работа</b>							
3.1	Подготовка к лекциям /Ср/	6	6,4	ОПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	0	
3.2	Подготовка к практике /Ср/	6	16	ОПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	0	
3.3	Выполнение и подготовка к защите курсового проекта /Ср/	6	45	ОПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	0	
3.4	Подготовка к рубежному контролю /Ср/	6	8,6	ОПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2	0	
<b>Раздел 4. Контроль</b>							
4.1	Экзамен по теоретическому материалу /Экзамен/	6	36	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	<a href="http://library.bmstu.ru">http://library.bmstu.ru</a>
Э2	Моделирование и исследование: систем, объектов...	<a href="http://model.exponenta.ru">http://model.exponenta.ru</a>

### 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

ACT 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.

Free Conference Call (свободная лицензия)

Zoom (свободная лицензия)

#### 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 обучающихся. Читальный зал НТБ	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная 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.

#### Рубежный контроль

В течение семестра студенты проверяют усвоение материала теоретического курса на двух контрольных точках:

1. 8 неделя семестра - ТЕСТ 1, состоящий из 50 вопросов, продолжительностью 50 минут;
2. 15 неделя семестра - ТЕСТ 2, состоящий из 51 вопрос, продолжительностью 51 минуту.

Тест на каждой из двух контрольных точек охватывает только пройденный на данный момент материал без дублирования (т.е. в Тест 2 вопросы Теста 1 не входят).

#### 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 рубежного контроля и 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 выполняется 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"

1. Примерный перечень вопросов к экзамену

Компетенция ОПК-4

1. Основные задачи теории автоматического управления.
2. Понятие об автоматическом регулировании.
3. Разомкнутые и замкнутые системы.
4. Системы автоматической стабилизации (САР напряжения генератора постоянного тока).
5. Линейные и нелинейные САР – общие положения.
6. Общий метод линеаризации.
7. Динамические звенья – общие положения.
8. Передаточные функции динамических звеньев.
9. Временные характеристики динамических звеньев.
10. Частотные характеристики динамических звеньев (частотная передаточная функция).
11. Частотные характеристики динамических звеньев (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ).
12. Логарифмические частотные характеристики динамических звеньев.
13. Аperiodические звенья первого порядка - их характеристики.
14. Аperiodические звенья второго порядка - их характеристики.
15. Идеальные интегрирующие звенья - их характеристики.
16. Идеальные дифференцирующие звенья - их характеристики.
17. Общий метод составления уравнений САР.
18. Передаточные функции САР.
19. Составление уравнений САР по типовым динамическим звеньям.
20. Понятие устойчивости линейных систем («до корней» характеристического уравнения).
21. Понятие устойчивости линейных систем (границы устойчивости, 3 теоремы Ляпунова).
22. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
23. Критерий устойчивости Михайлова (без доказательства).
24. Определение устойчивости по логарифмическим характеристикам.
25. Построение кривой переходного процесса – общие положения
26. Классический метод построения кривой переходного процесса.
27. Метод трапецеидальных вещественных характеристик.
28. Оценка качества регулирования – общие положения.
29. Точность в типовых режимах (1, 2 и 3 режим).
30. Точность в типовых режимах (4 режим – движение по синусоидальному закону).
31. Определение показателей качества регулирования по переходной характеристике.
32. Приближенная оценка вида переходного процесса по вещественной характеристике
33. Корневые методы оценки качества.
34. Частотный критерий качества.
35. Элементы синтеза САР - общие положения.
36. Метод логарифмических амплитудных характеристик.
37. Синтез последовательного корректирующего устройства.
38. Методы исследования процессов в нелинейных системах.
39. Метод фазовой плоскости (постановка и изображение типичных переходных процессов)
40. Метод фазовой плоскости (предельные циклы и понятие устойчивости нелинейных САР).

2. Примерный перечень вопросов к защите курсового проекта

Компетенция ОПК-4

1. Автоматическое регулирование - общие положения
2. Принципы автоматического регулирования
3. Вывод передаточных функции динамических звеньев
4. Анализ частотных характеристик динамических звеньев
5. Понятие передаточных функции САР
6. Составление уравнений САР по типовым динамическим звеньям
7. Понятие устойчивости линейных систем
8. Применение алгебраического критерия устойчивости Гурвица
9. Применение критерия устойчивости Михайлова
10. Определение устойчивости по логарифмическим характеристикам
11. Анализ устойчивости САР методом Д-разбиения
12. Построение кривой переходного процесса – общие положения
13. Метод трапецеидальных вещественных характеристик

14. Оценка качества регулирования – общие положения

15. Определение показателей качества регулирования по кривой переходного процесса

## Оценочные материалы при формировании рабочих программ дисциплин (модулей)

**Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**  
**Специализация: Технология производства и ремонта подвижного состава**  
**Дисциплина: Теория автоматического управления подвижным составом**

### Формируемые компетенции:

#### 1. Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций.

Показатели и критерии оценивания компетенций

Объект оценки	Уровни сформированности компетенций	Критерий оценивания результатов обучения
Обучающийся	Низкий уровень Пороговый уровень Повышенный уровень Высокий уровень	Уровень результатов обучения не ниже порогового

Шкалы оценивания компетенций при сдаче экзамена или зачета с оценкой

Достигнутый уровень результата обучения	Характеристика уровня сформированности компетенций	Шкала оценивания
		Экзамен или зачет с оценкой
Низкий уровень	Обучающийся: -обнаружил пробелы в знаниях основного учебно-программного материала; -допустил принципиальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных программой; -не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании программы без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	Неудовлетворительно
Пороговый уровень	Обучающийся: -обнаружил знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебной и предстоящей профессиональной деятельности; -справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой; -знаком с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; -допустил неточности в ответе на вопросы и при выполнении заданий по учебно-программному материалу, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Удовлетворительно
Повышенный уровень	Обучающийся: - обнаружил полное знание учебно-программного материала; -успешно выполнил задания, предусмотренные программой; -усвоил основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; -показал систематический характер знаний учебно-программного материала; -способен к самостоятельному пополнению знаний по учебно-программному материалу и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Хорошо

Высокий уровень	Обучающийся: -обнаружил всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала; -умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; -ознакомился с дополнительной литературой; -усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплин и их значение для приобретения профессии; -проявил творческие способности в понимании учебно-программного материала.	Отлично
-----------------	---	---------

Шкалы оценивания компетенций при защите курсового проекта/курсовой работы

Достигнутый уровень результата обучения	Характеристика уровня сформированности компетенций	Шкала оценивания
Низкий уровень	Содержание работы не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к КР/КП; на защите КР/КП обучающийся не смог обосновать результаты проведенных расчетов (исследований); цель КР/КП не достигнута; структура работы нарушает требования нормативных документов; выводы отсутствуют или не отражают теоретические положения, обсуждаемые в работе; в работе много орфографических ошибок, опечаток и других технических недостатков; язык не соответствует нормам научного стиля речи.	Неудовлетворительно
Пороговый уровень	Содержание работы удовлетворяет требованиям, предъявляемым к КР/КП; на защите КР/КП обучающийся не смог обосновать все результаты проведенных расчетов (исследований); задачи КР/КП решены не в полном объеме, цель не достигнута; структура работы отвечает требованиям нормативных документов; выводы присутствуют, но не полностью отражают теоретические положения, обсуждаемые в работе; в работе присутствуют орфографические ошибки, опечатки; язык соответствует нормам научного стиля речи; при защите КР/КП обучающийся излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; затрудняется или отвечает не правильно на поставленный вопрос.	Удовлетворительно
Повышенный уровень	Содержание работы удовлетворяет требованиям, предъявляемым к КР/КП; на защите КР/КП обучающийся смог обосновать все результаты проведенных расчетов (исследований); задачи КР/КП решены в полном объеме, цель достигнута; структура работы отвечает требованиям нормативных документов; выводы присутствуют, но не полностью отражают теоретические положения, обсуждаемые в работе; в работе практически отсутствуют орфографические ошибки, опечатки; язык соответствует нормам научного стиля речи; при защите КР/КП обучающийся излагает материал, дает правильное определение основных понятий; затрудняется или отвечает не правильно на	Хорошо
Высокий	Содержание работы удовлетворяет требованиям, предъявляемым к КР/КП; на защите КР/КП обучающийся смог обосновать все результаты проведенных расчетов (исследований); задачи КР/КП решены в полном объеме, цель достигнута; структура работы отвечает требованиям нормативных документов; выводы присутствуют и полностью отражают теоретические положения, обсуждаемые в работе; в работе отсутствуют орфографические ошибки, опечатки; язык соответствует нормам научного стиля речи; при защите КР/КП обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; четко и грамотно отвечает на вопросы.	Отлично

Описание шкал оценивания

Компетенции обучающегося оценивается следующим образом:

Планируемый уровень результатов освоения	Содержание шкалы оценивания достигнутого уровня результата обучения			
	Неудовлетворительн	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Знать	Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельному применению знаний при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельному применению знаний в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке в части междисциплинарных
Уметь	Отсутствие у обучающегося самостоятельности в применении умений по использованию методов освоения учебной дисциплины.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении умений решения учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем.	Обучающийся продемонстрирует самостоятельное применение умений решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение умений решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.
Владеть	Неспособность самостоятельно проявить навык решения поставленной задачи по стандартному образцу повторно.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении навыка по заданиям, решение которых было показано преподавателем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.

**2. Перечень вопросов и задач к экзаменам, зачетам, курсовому проектированию, лабораторным занятиям. Образец экзаменационного билета**

1. Примерный перечень вопросов к экзамену

Компетенция ОПК-4

1. Основные задачи теории автоматического управления.
2. Понятие об автоматическом регулировании.
3. Разомкнутые и замкнутые системы.
4. Системы автоматической стабилизации (САР напряжения генератора постоянного тока).
5. Линейные и нелинейные САР – общие положения.
6. Общий метод линеаризации.
7. Динамические звенья – общие положения.
8. Передаточные функции динамических звеньев.
9. Временные характеристики динамических звеньев.
10. Частотные характеристики динамических звеньев (частотная передаточная функция).
11. Частотные характеристики динамических звеньев (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ).
12. Логарифмические частотные характеристики динамических звеньев.

13. Аperiodические звенья первого порядка - их характеристики.
14. Аperiodические звенья второго порядка - их характеристики.
15. Идеальные интегрирующие звенья - их характеристики.
16. Идеальные дифференцирующие звенья - их характеристики.
17. Общий метод составления уравнений САР.
18. Передаточные функции САР.
19. Составление уравнений САР по типовым динамическим звеньям.
20. Понятие устойчивости линейных систем («до корней» характеристического уравнения).
21. Понятие устойчивости линейных систем (границы устойчивости, 3 теоремы Ляпунова).
22. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
23. Критерий устойчивости Михайлова (без доказательства).
24. Определение устойчивости по логарифмическим характеристикам.
25. Построение кривой переходного процесса – общие положения
26. Классический метод построения кривой переходного процесса.
27. Метод трапецидальных вещественных характеристик.
28. Оценка качества регулирования – общие положения.
29. Точность в типовых режимах (1, 2 и 3 режим).
30. Точность в типовых режимах (4 режим – движение по синусоидальному закону).
31. Определение показателей качества регулирования по переходной характеристике.
32. Приближенная оценка вида переходного процесса по вещественной характеристике
33. Корневые методы оценки качества.
34. Частотный критерий качества.
35. Элементы синтеза САР - общие положения.
36. Метод логарифмических амплитудных характеристик.
37. Синтез последовательного корректирующего устройства.
38. Методы исследования процессов в нелинейных системах.
39. Метод фазовой плоскости (постановка и изображение типичных переходных процессов)
40. Метод фазовой плоскости (предельные циклы и понятие устойчивости нелинейных САР).

2. Примерный перечень вопросов к защите курсового проекта  
Компетенция ОПК-4

1. Автоматическое регулирование - общие положения
2. Принципы автоматического регулирования
3. Вывод передаточных функции динамических звеньев
4. Анализ частотных характеристик динамических звеньев
5. Понятие передаточных функции САР
6. Составление уравнений САР по типовым динамическим звеньям
7. Понятие устойчивости линейных систем
8. Применение алгебраического критерия устойчивости Гурвица
9. Применение критерия устойчивости Михайлова
10. Определение устойчивости по логарифмическим характеристикам
11. Анализ устойчивости САР методом Д-разбиения
12. Построение кривой переходного процесса – общие положения
13. Метод трапецидальных вещественных характеристик
14. Оценка качества регулирования – общие положения
15. Определение показателей качества регулирования по кривой переходного процесса

Образец экзаменационного билета

Дальневосточный государственный университет путей сообщения		
Кафедра (к110) ТЖД 6 семестр, 2023-2024	Экзаменационный билет № Теория автоматического управления подвижным составом Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ Специализация: Технология производства и ремонта подвижного состава	Утверждаю» Зав. кафедрой Яранцев М.В., канд. техн. наук 17.05.2023 г.
Вопрос 1. Разомкнутые и замкнутые САР (ОПК-4)		
Вопрос 2. Методы исследования процессов в нелинейных системах (ОПК-4)		
Задача (задание) ()		

Примечание. В каждом экзаменационном билете должны присутствовать вопросы, способствующие формированию у обучающегося всех компетенций по данной дисциплине.

### 3. Тестовые задания. Оценка по результатам тестирования.

#### 1. Задание

Выбрать правильный ответ.

Главная задача Теории автоматического управления, это разработка:

- методов синтеза.
- критериев анализа.
- способов коррекции.
- критериев качества.

#### 2. Задание

Выбрать правильный ответ.

Совокупность объекта регулирования и автоматического регулятора это:

- система автоматического регулирования.
- устройство для определения ошибки регулирования.
- устройство для формирования регулирующего воздействия.
- система автоматической стабилизации.

#### 3. Задание

Автоматический \_\_\_ (что) это устройство решающее задачу автоматического регулирования (например, поддержание скорости, напряжения или тока).

#### 4. Задание

Выбрать правильный ответ.

Устройство, с помощью которого в системах решается задача автоматического регулирования, называют:

- объектом регулирования.
- элементом сравнения.
- исполнительным элементом.
- автоматическим регулятором.

#### 5. Задание

Выбрать правильный ответ.

Воздействие, определяющее заданное значение регулируемой величины это:

- управляющее.
- регулирующее.
- возмущающее.
- суммирующее.

#### 6. Задание

Выбрать правильный ответ.

Регулируемой величиной в системе автоматического регулирования (САР) называется физическая величина:

- полученная на выходе элемента сравнения.
- действующая на систему со стороны окружающей среды.
- значение которой должна поддерживать система.
- заданная человеком или внешней системой.

#### 7. Задание

Выбрать правильный ответ.

Часть САР предназначенная для определения ошибки регулирования (отклонения) называется:

- исполнительный элемент.
- элемент сравнения.
- промежуточный элемент.
- поглощающий элемент.

#### 8. Задание

Выбрать правильный ответ.

Разность между заданным и текущим значением регулируемой величины в переходном процессе это:

- динамическая ошибка.
- статическая ошибка.
- статическое отклонение.
- динамическое отклонение.

#### 9. Задание

Выбрать правильный ответ.

Установившееся значение разности между заданным и конечным значением регулируемой величины в переходном процессе это:

- статическая ошибка.
- динамическая ошибка.

- статическое отклонение.
- динамическое отклонение.

Полный комплект тестовых заданий в корпоративной тестовой оболочке АСТ размещен на сервере УИТ ДВГУПС, а также на сайте Университета в разделе СДО ДВГУПС (образовательная среда в личном кабинете преподавателя).

Соответствие между бальной системой и системой оценивания по результатам тестирования устанавливается посредством следующей таблицы:

Объект оценки	Показатели оценивания результатов обучения	Оценка	Уровень результатов обучения
Обучающийся	60 баллов и менее	«Неудовлетворительно»	Низкий уровень
	74 – 61 баллов	«Удовлетворительно»	Пороговый уровень
	84 – 75 баллов	«Хорошо»	Повышенный уровень
	100 – 85 баллов	«Отлично»	Высокий уровень

#### 4. Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета, курсового проектирования.

Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета

Элементы оценивания	Содержание шкалы оценивания			
	Неудовлетворительн	Удовлетворитель	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Соответствие ответов формулировкам вопросов (заданий)	Полное несоответствие по всем вопросам.	Значительные погрешности.	Незначительные погрешности.	Полное соответствие.
Структура, последовательность и логика ответа. Умение четко, понятно, грамотно и свободно излагать свои мысли	Полное несоответствие критерию.	Значительное несоответствие критерию.	Незначительное несоответствие критерию.	Соответствие критерию при ответе на все вопросы.
Знание нормативных, правовых документов и специальной литературы	Полное незнание нормативной и правовой базы и специальной литературы	Имеют место существенные упущения (незнание большей части из документов и специальной литературы по названию, содержанию и т.д.).	Имеют место несущественные упущения и незнание отдельных (единичных) работ из числа обязательной литературы.	Полное соответствие данному критерию ответов на все вопросы.
Умение увязывать теорию с практикой, в том числе в области профессиональной работы	Умение связать теорию с практикой работы не проявляется.	Умение связать вопросы теории и практики проявляется редко.	Умение связать вопросы теории и практики в основном проявляется.	Полное соответствие данному критерию. Способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер.



Качество ответов на дополнительные вопросы	На все дополнительные вопросы преподавателя даны неверные ответы.	Ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя даны неверно.	. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. 2. Дан один неверный ответ на дополнительные вопросы преподавателя.	Даны верные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя.
--	---	---	--	---

Примечание: итоговая оценка формируется как средняя арифметическая результатов элементов оценивания.

Оценка ответа обучающегося при защите курсовой работы/курсового проекта

Элементы оценивания	Содержание шкалы оценивания			
	Неудовлетворитель	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Соответствие содержания КР/КП методике расчета (исследования)	Полное несоответствие содержания КР/КП поставленным целям или их отсутствие.	Значительные погрешности.	Незначительные погрешности.	Полное соответствие.
Качество обзора литературы	Недостаточный анализ.	Отечественная литература.	Современная отечественная литература.	Новая отечественная и зарубежная литература.
Творческий характер КР/КП, степень самостоятельности в разработке	Работа в значительной степени не является самостоятельной.	В значительной степени в работе использованы выводы, выдержки из других авторов без ссылок на них.	В ряде случаев отсутствуют ссылки на источник информации.	Полное соответствие критерию.
Использование современных информационных технологий	Современные информационные технологии, вычислительная техника не были использованы.	Современные информационные технологии, вычислительная техника использованы слабо. Допущены серьезные ошибки в расчетах.	Имеют место небольшие погрешности в использовании современных информационных технологий, вычислительной техники.	Полное соответствие критерию.
Качество графического материала в КР/КП	Не раскрывают смысл работы, небрежно оформлено, с большими отклонениями от требований ГОСТ, ЕСКД и др.	Не полностью раскрывают смысл, есть существенные погрешности в оформлении.	Не полностью раскрывают смысл, есть погрешность в оформлении.	Полностью раскрывают смысл и отвечают ГОСТ, ЕСКД и др.
Грамотность изложения текста КР/КП	Много стилистических и грамматических ошибок.	Есть отдельные грамматические и стилистические ошибки.	Есть отдельные грамматические ошибки.	Текст КР/КП читается легко, ошибки отсутствуют.

Соответствие требованиям, предъявляемым к оформлению КР/КП	Полное не выполнение требований, предъявляемых к оформлению.	Требования, предъявляемые к оформлению КР/КП, нарушены.	Допущены незначительные погрешности в оформлении КР/КП.	КР/КП соответствует всем предъявленным требованиям.
Качество доклада	В докладе не раскрыта тема КР/КП, нарушен регламент.	Не соблюден регламент, недостаточно раскрыта тема КР/КП.	Есть ошибки в регламенте и использовании чертежей.	Соблюдение времени, полное раскрытие темы КР/КП.
Качество ответов на вопросы	Не может ответить на дополнительные вопросы.	Знание основного материала.	Высокая эрудиция, нет существенных ошибок.	Ответы точные, высокий уровень эрудиции.

Примечание: итоговая оценка формируется как средняя арифметическая результатов элементов оценивания.