

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт технологий и инженерной механики
Кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

 Могильная Е.П.
« 12 » 09 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ»

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Профиль: «Технологии прототипирования машиностроительных объектов»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД


Рабочая программа учебной дисциплины «Теория автоматизированного управления» по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» – 34 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория автоматизированного управления» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «09» августа 2021 года № 727.

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель Михайлова А.Д.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга
« 5 » 09 20 23 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой технологии машиностроения
и инженерного консалтинга  Ясуник С.Н.

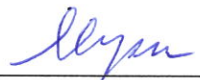
Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Согласована:

Директор института технологий
и инженерной механики  Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий
и инженерной механики

« 12 » 09 20 23 г. протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

© Михайлова А.Д., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов знания и понимания основ современных методов проектирования систем автоматизации и управления различными производственными структурами и объектами в режиме реального времени; формирование у студентов практических навыков по построению проектов автоматических систем управления локальными и распределенными объектами на программном уровне с использованием объектно-ориентированного подхода.

Задачи:

- освоение студентами принципов проектирования систем автоматического управления (САУ) и автоматизированного управления;
- применение методов построения систем автоматического и автоматизированного управления применительно к конкретным условиям функционирования объектов;
- овладение алгоритмами анализа и синтеза свойств систем автоматического управления, обеспечивающих требуемые качественные показатели систем при эксплуатации автоматического и автоматизированного оборудования в производствах нефтегазопереработки.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Теория автоматизированного управления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Физика», «Математика», служит основой для освоения дисциплин профессионального цикла, а также написания выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности. ОПК-1.2. Применяет современные методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	Знать: фундаментальные принципы управления САУ, основные типы САУ, их математическое описание
		Уметь: осуществлять преобразования САУ и отдельных звеньев, строить частотные и временные характеристики
		Владеть: навыками обработки и анализа результатов

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	108 (3 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	68	16
в том числе:		
Лекции	34	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	34	8
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	40	92
Форма аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основные понятия теории автоматического управления.

Системы автоматического управления. Типовые входные воздействия и характеристики элементов САУ. Типовые звенья САУ

Тема 2. Математическое описание линейных САУ.

Использование дифференциальных уравнений, весовые функции линейных систем, передаточные функции, частотные характеристики, условия реализуемости, типовые звенья, структурные схемы систем.

Тема 3. Устойчивость линейных систем.

Определение устойчивости динамической системы. Общая постановка задачи устойчивости по А. М. Ляпунову. Условия устойчивости линейных систем. Существование функций Ляпунова в виде квадратичных форм. Алгебраические и частотные критерии устойчивости (Рауса — Гурвица, Михайлова, Найквиста), экспоненциальная устойчивость.

Тема 4. Качество переходных процессов.

Классификация критериев качества САУ. Оценка качества САУ в типовых режимах (коэффициенты ошибок). Оценка качества САУ по переходной характеристике. Оценка качества САУ по собственному движению системы. Оценка качества САУ при гармонических воздействиях. Корневые методы оценки качества САУ

Тема 5. Методы повышения качества линейных САУ.

Повышение точности САУ. Основные законы управления. Метод динамической компенсации и его применение для разных классов передаточных

функций объекта управления. Модальное управление. Выбор желаемой передаточной функции по типовым воздействиям. Типовые законы регулирования (П, ПИ, ПД, ПИД). Использование логарифмических частотных характеристик для синтеза систем регулирования.

Тема 6. Модели динамики в пространстве состояний.

Уравнения вход-выход-состояния для описания одномерных и многомерных систем. Нормальные канонические формы уравнений состояния и наблюдения. Получение этих уравнений по передаточной функции. Получение передаточных функций на основании уравнений вход-выход-состояние. Анализ систем во временной области. Построение наблюдателей. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость, детектируемость систем.

Тема 7. Линейные дискретные САУ.

Виды дискретизации сигнала. Примеры дискретных систем. Описание элементов дискретной САУ. Преобразование Лапласа для импульсных сигналов. Z-преобразование. Теорема Котельникова-Шеннона. Фиксирующие цепи. Необходимое и достаточное условие устойчивости импульсной системы. Уравнение вход-выход-состояние для дискретной системы. Использование ПИД закона регулирования. Компенсационные регуляторы. Апериодические регуляторы выхода. Модальные регуляторы.

Тема 8. Анализ нелинейных САУ.

Основные особенности нелинейных систем. Условия существования и единственности решения нелинейной системы дифференциальных уравнений. Определение устойчивости движения нелинейной системы. Экспоненциальная устойчивость. Второй (прямой) метод Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости нелинейных систем. Примеры выбора функций Ляпунова. Абсолютная устойчивость. Алгебраические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Инвариантные множества и аттракторы. Понятие о динамическом хаосе, странный аттрактор.

Тема 9. Приближенное исследование нелинейных САУ.

Метод гармонической линеаризации нелинейностей. Коэффициенты гармонической линеаризации релейных звеньев. Использование критерия Михайлова для определения параметров автоколебаний и устойчивости. Метод гармонического баланса амплитуд и фаз (метод Гольдфарба). Применение показателя колебательности к расчету нелинейной системы. Статистическая линеаризация нелинейностей. Нелинейное преобразование случайных сигналов. Расчет нелинейных систем методом статистической линеаризации.

Тема 10. Методы оптимального управления.

Оптимальное управление по критерию аperiodической устойчивости в линейных системах с запаздыванием. Решение задачи АКОР. Построение уравнений Риккати и их решение. Приближенные решения задач оптимального управления с переменными коэффициентами. Комбинированное оптимальное управление. Стохастические оптимальные системы. Решение задачи ЛКГ оптимального управления. Понятие о H теории

управления. Стохастические оптимальные линейные дискретные системы. Решение задач АКОР и ЛКГ для дискретных систем. Принцип максимума, уравнение Беллмана.

4.3. Лекции

Номер темы	Наименование темы и ее краткое содержание	Объем, часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	2	3	4
1	Основные понятия теории автоматического управления.	3	2
2	Математическое описание линейных САУ.	3	
3	Устойчивость линейных систем.	3	
4	Качество переходных процессов.	4	
5	Методы повышения качества линейных САУ.	4	2
6	Модели динамики в пространстве состояний.	3	
7	Линейные дискретные САУ.	3	
8	Анализ нелинейных САУ.	3	2
9	Приближенное исследование нелинейных САУ.	4	
10	Методы оптимального управления.	4	
Итого		34	8

4.4. Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

4.5. Лабораторные работы

Номер занятия	Наименование темы и ее краткое содержание	Объем, час	
		Очная форма	Заочная форма
1	2	3	4
1	Изучение временных и частотных характеристик динамических звеньев Изучение динамических свойств элементарных звеньев.	4	2
2	Изучение логарифмических характеристик динамических звеньев и их соединений Использование логарифмической плоскости как инструмента для анализа объектов и систем, изучение операторов MATLAB.	5	
3	Проектирование одноконтурных линейных автоматических систем стабилизации при помощи логарифмических частотных характеристик на ПЭВМ Изучение методов синтеза системы стабилизации на логарифмической плоскости, анализ устойчивости и показателей качества систем, изучение операторов MATLAB.	5	2

4	Проектирование одноконтурных линейных автоматических систем программного управления при помощи логарифмических частотных характеристик на ПЭВМ Изучение классических методов синтеза системы программного регулирования, анализ показателей качества во временной и частотной областях, изучение операторов MATLAB.	5	2
5	Синтез линейных дискретных и импульсных систем автоматического регулирования Изучение методов дискретного управления	5	2
6	Анализ и синтез нелинейных систем управления прямым методом Ляпунова Изучение основных понятий теории устойчивости и управления на основе подхода Ляпунова	5	
7	Анализ и синтез нелинейных систем при помощи метода гармонического баланса Изучение методов синтеза нелинейных систем приближенными методами.	5	
Итого		34	8

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Моделирование линейных объектов управления при помощи передаточных функций	Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашнего задания	6	13
2	Исследование характеристических уравнений систем с сингулярными параметрическими возмущениями. Системы с бесконечно большим коэффициентом передачи	Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашнего задания	6	13
3	Изучение элементарных динамических звеньев	Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашнего задания	5	14
4	Критерий устойчивости Найквиста	Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашнего задания	5	13
5	Изучение метода D – разбиения по двум параметрам	Подготовка к лабораторным занятиям,	6	13

		выполнение домашнего задания		
6	Синтез традиционных (П, ПИ, ПИД) регуляторов для импульсных систем	Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашнего задания	6	13
7	Синтез дискретных регуляторов методом динамической компенсации	Подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашнего задания	6	13
Итого:			40	92

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Теория автоматизированного управления» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Теория автоматизированного управления» используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация процессов обработки различных поверхностей деталей;
- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное выполнение лабораторных работ, решение проблемных задач при разработке операций для станков с ЧПУ;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе разработка управляющих программ для обработки деталей от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;
- технология адаптивного обучения, в том числе проведение семестровых консультаций преподавателем.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; опережающая самостоятельная работа; междисциплинарные связи; проблемное обучение; исследовательский метод.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- комбинированный контроль (устный или письменный) усвоения теоретического материала.
- отчеты по лабораторным работам;

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучающихся по данной дисциплине, помещаются в УМКД.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного зачета с оценкой (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение практической задачи). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру	не зачтено

	знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	
--	--	--

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Гайдук А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко.—Электрон.дан. —Санкт-Петербург : Лань, 2017
<https://e.lanbook.com/book/90161>

2. Ким Д.П. Теория автоматического управления: учебное пособие / Д.П. Ким. - Москва:Физматлит,2007. -Т. 1.Линейные системы.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=69278

3. Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: учеб. пособие[Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Е. Медведев, А.В. Чупин. — Электрон. дан. —Кемерово : КузГТУимени Т.Ф.Горбачева, 2009.
<https://e.lanbook.com/book/6606>

б) дополнительная литература:

1. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учебное пособие / Д.П. Ким. - 2-е изд.,испр. и доп. - Москва : Физматлит, 2007. - Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=69280

2. Цветкова,О.Л. Теория автоматического управления: учебник/О.Л. Цветкова - Москва; Берлин:Директ-Медиа, 2016
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=443415

3. Ивченко, В. Д. Теория автоматического управления : учебно-методическое пособие / В. Д. Ивченко, В. Н. Арбузов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 275 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167590>

4. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0995-2. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168873>

5. Шишмарёв, В.Ю. Теория автоматического управления: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. - Москва: Академия, 2012. - 351 с.

в) методические указания:

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Теория автоматизированного управления» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, обеспеченных проектором и экраном, лаборатории кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга, оснащенной станками с ЧПУ.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu

Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Теория автоматизированного управления»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности. ОПК-1.2. Применяет современные методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	Тема 1. Основные понятия теории автоматического управления. Тема 2. Математическое описание линейных САУ. Тема 3. Устойчивость линейных систем. Тема 4. Качество переходных процессов. Тема 5. Методы повышения качества линейных САУ. Тема 6. Модели динамики в пространстве состояний. Тема 7. Линейные дискретные САУ. Тема 8. Анализ нелинейных САУ. Тема 9. Приближенное исследование нелинейных САУ. Тема 10. Методы оптимального управления.	6

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<p>ОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.2. Применяет современные методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: фундаментальные принципы управления САУ, основные типы САУ, их математическое описание;</p> <p>Уметь: осуществлять преобразования САУ и отдельных звеньев, строить частотные и временные характеристики;</p> <p>Владеть: навыками обработки и анализа результатов моделирования.</p>	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8,	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), отчеты по лабораторным работам, дифференцированный зачет

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Теория автоматизированного управления»**

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения
теоретического материала (устно или письменно):**

1. Основные сведения о пакете MATLAB.
2. Операторы MATLAB для построения частотных характеристик передаточных функций.
3. Операторы MATLAB для построения временных характеристик передаточных функций.
4. Операторы MATLAB для моделирования и структурного анализа систем в пространстве состояний.
5. Предмет изучения теории управления, основные этапы развития науки об управлении

6. Понятие АСР, основные виды и задачи регулирования
7. Классы систем автоматического управления
8. Понятие о вынужденном и свободном движении линейной системы
9. Понятие о передаточной функции объекта или системы
10. Основные свойства преобразования Лапласа
11. Обратное преобразование Лапласа. Основные способы вычисления.
12. Вычисление вынужденной и свободной составляющих движения линейной системы через преобразование Лапласа
13. Частотные характеристики линейной системы
14. Логарифмические частотные характеристики
15. Элементарные звенья
16. Неминимально-фазовые звенья
17. Передаточная функция АСР
18. Оценка качества переходного процесса по вынужденной составляющей
19. Виды свободного движения АСР. Диаграмма Вышнеградского
20. Статические и астатические системы
21. Порядок астатизма системы. Коэффициенты ошибок.
22. Устойчивость линейной АСР. Виды границ устойчивости.
23. Исследование устойчивости АСР при бесконечно больших значениях коэффициента передачи разомкнутой системы.
24. Исследование устойчивости системы при наличии бесконечно больших характеристических чисел.
25. Алгебраические методы исследования устойчивости (критерий Стодолы, критерий Гурвица).
26. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова.
27. Критерий устойчивости Найквиста для систем, устойчивых и неустойчивых в разомкнутом состоянии.
28. Критерий устойчивости Найквиста для систем, которые в разомкнутом состоянии находятся на апериодической границе устойчивости.
29. Критерий устойчивости Найквиста для систем, которые в разомкнутом состоянии находятся на колебательной границе устойчивости.
30. Критерий устойчивости Найквиста для систем с запаздыванием.
31. Использование показателя колебательности для определения запаса устойчивости
32. Корректирующие устройства в АСР.
33. Метод корневого годографа.
34. Метод Д-разбиения
35. Метод динамической компенсации для устойчивого и минимально фазового объекта.
36. Метод динамической компенсации для неминимально-фазового устойчивого объекта.

- 37. Метод динамической компенсации для неустойчивого объекта.
- 38. Метод динамической компенсации для объекта с запаздыванием
- 39. Синтез модального регулятора по передаточной функции замкнутой системы
- 40. Проектирование АСР методом компенсации
- 41. Основные законы регулирования

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Типовые задания для лабораторных занятий

Лабораторная работа №1. Задание. Для своего варианта структурных схем с помощью эквивалентных преобразований требуется определить передаточные функции по управляющему воздействию. Рассчитать полученную «скрутку» в MatLab.

Лабораторная работа №2. Задание. Найти передаточную функцию системы в разомкнутом состоянии. Оценить устойчивость разомкнутой системы по корням характеристического уравнения. Построить АФЧХ разомкнутой системы. Используя критерий Найквиста, определить устойчивость замкнутой САУ. Проверить замкнутую систему на устойчивость по критерию Гурвица. Произвести проверку устойчивости системы с помощью критерия Михайлова. Выполнить контрольную проверку по переходной характеристике.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству-
лабораторные работы

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Вопросы к дифференцированному зачету:

1. Выбор интегрального квадратичного критерия качества оптимизации для линейной АСР на основании известного желаемого характеристического уравнения
2. Параметрическая оптимизация линейной замкнутой системы
3. Корневые методы оценки качества АСР
4. Построение желаемой передаточной функции замкнутой системы при помощи логарифмических частотных характеристик
5. Требования к высокочастотной части АСР
6. Требования к низкочастотной части АСР
7. Требования к среднечастотной части АСР
8. Понятие состояния системы. Уравнения вход-выход-состояние.
9. Уравнение вход-выход-состояние для системы динамических звеньев.
10. Получение матрицы передаточных функций для системы динамических звеньев по уравнению вход-выход-состояние.
11. Решение системы уравнений состояния с постоянными коэффициентами.
12. Вычисление матричной экспоненты с применением теоремы Кели-Гамильтона.
13. Вычисление матричной экспоненты путем разложения в ряд.
14. Спектральное представление матричной экспоненты.
15. Изменение базиса динамической системы. Понятие моды.
16. Структурные свойства линейной системы с одним входом и одним выходом.
17. Понятие невырожденности систем.
18. Управляемость и наблюдаемость системы. Системы с минимальной реализацией.
19. Стабилизация одномерной системы.
20. Наблюдение и оценка составляющих вектора состояния системы.
21. Стабилизация системы по наблюдениям выхода.

22. Оптимальное управление линейным объектом
23. Проектирование оптимальных АСР линейным объектом.
24. Оптимальное управление линейным объектом с переменными параметрами.
25. Метод замороженных коэффициентов при синтезе управления объектом с переменными параметрами.
26. Управление объектом при наличии измеряемых возмущений.
- Комбинированное управление.
27. Понятие о невозмущенном и возмущенном движении в нелинейных системах. Определение устойчивости по Ляпунову.
28. Теоремы Ляпунова об устойчивости и о неустойчивости.
29. Построение функции Ляпунова для линейной системы.
30. Проблема Айзермана и ее применение для построения функции Ляпунова.
31. Методы построения функций Ляпунова.
32. Абсолютная устойчивость нелинейных систем. Системы прямого управления. Системы непрямого управления.
33. Устойчивость систем прямого управления. Теорема Попова.
34. Оптимальное управление линейным объектом при ограничениях на управление.
35. Гармоническая линеаризация нелинейностей.
36. Алгебраические способы определения автоколебаний и устойчивости в нелинейных системах с одной нелинейностью.
37. Использование кривой Михайлова для анализа устойчивости систем с одной нелинейностью.
38. Использование метода Гольдфарба для анализа устойчивости систем с одной нелинейностью.
39. Применение показателя колебательности к расчету нелинейных систем.
40. Дискретное преобразование Лапласа.
41. Понятие о дискретных и импульсных системах. Примеры импульсных систем.
42. Теорема Котельникова-Шеннона.
43. Прямое и обратное Z-преобразование.
44. Передаточные функции импульсной системы.
45. Свойства Z-преобразования.
46. Фиксирующие цепи в импульсной системе.
47. Способы выбора шага квантования по времени в импульсной системе.
48. Устойчивость дискретной системы. Понятие о бесконечной степени устойчивости.
49. Дискретные регуляторы. ПИД-закон регулирования в дискретной системе.

50. Построение дискретного регулятора в импульсной системе, максимально воспроизводящего заданный непрерывный закон регулирования.
51. Метод компенсации в дискретных и импульсных системах.
52. Синтез дискретного регулятора с бесконечной степенью устойчивости.
53. Синтез апериодического регулятора выхода.
54. Метод компенсации для дискретных и импульсных систем с запаздыванием.
55. Модифицированное Z-преобразование.
56. Управление импульсной системой при помощи непрерывного регулятора.
57. Уравнение вход-выход-состояние для дискретной системы.
58. Уравнения вход-выход-состояние для дискретных систем с запаздыванием.
59. Апериодический регулятор состояния.
60. Модальный регулятор состояния.
61. Задача фильтрации, фильтр Калмана.
62. Задача фильтрации Винера.
63. Синтез систем по критерию максимальной степени устойчивости и по критерию апериодической устойчивости.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
дифференцированный зачет

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при

	выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы
--	--

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)