

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020г. № 1044.

Разработчики:

Сагдатуллин А.М., к.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Лямов Ю.О.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры МиИТ от 22.06.2021г., протокол № 11-1.

/Заведующий кафедрой МиИТ

Думлер Елена Борисовна, канд.техн.наук
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Рабочая программа дисциплины (модуля):	Наименование Подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
ОДОБРЕНА	на заседании кафедры МиИТ	22.06.21	11-1	Руководитель ОП Е.Б. Думлер
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия ЛФ КНИТУ-КАИ	24.06.21	10	Председатель УМК З.И.Аскарлова
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека			Библиотекарь А.Г. Страшнова

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Основной целью изучения дисциплины является изложение основных положений теории автоматического управления и принципов построения на ее основе систем автоматического управления, методов анализа и синтеза технических систем, использующих автоматическое управление при решении задач машиностроения.

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

Задачи дисциплины: во время обучения студенты должны получить теоретические знания и практические навыки по расчёту динамических и частотных характеристик систем автоматического управления (САУ), ознакомиться с современными методами оценки и коррекции основных показателей качества САУ. С помощью лекций, практических занятий в лабораториях с использованием современных методов и технических средств обучения, выполнения контрольной работы включая самоподготовку, студент получает знания в объеме, достаточном для их успешного практического применения, грамотной эксплуатации и постановки задач по проектированию и модернизации систем управления в различных отраслях машиностроения.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору), Блока 1. Дисциплины (модули) образовательной программы.

1.4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

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 представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы, в т.ч., проводимые с использованием ЭО и ДОТ											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)				
		Лекции/ в т.ч. в форме практической подготовки	Лабораторные работы/ в т.ч. в форме практической подготовки	Практические занятия/ в т.ч. в форме практической подготовки	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)/ в т.ч. в форме практической	Курсовой проект (подготовка)/ в т.ч. в форме практической	Проработка учебного материала (самоподготовка)/ в т.ч. в форме практической подготовки	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
7	3 ЗЕ/108	16/0	16/0	-	-	-	-	0,3	-	-	75,7/0	-	Зачёт
Итого	3 ЗЕ/108	16/0	16/0	-	-	-	-	0,3	-	-	75,7/0	-	

Таблица 1.1б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы, в т.ч., проводимые с использованием ЭО и ДОТ											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)				
		Лекции/ в т.ч. в форме практической подготовки	Лабораторные работы/ в т.ч. в форме практической подготовки	Практические занятия/ в т.ч. в форме практической подготовки	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)/ в т.ч. в форме практической	Курсовой проект (подготовка)/ в т.ч. в форме практической	Проработка учебного материала (самоподготовка)/ в т.ч. в форме практической подготовки	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
7	3 ЗЕ/108	6/0	6/0	-	-	-	-	0,3	-	-	92/0	3,7	Зачёт
Итого	3 ЗЕ/108	6/0	6/0	-	-	-	-	0,3	-	-	92/0	3,7	

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Формируемые компетенции

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен анализировать технологические процессы и оборудование как объекты автоматизации и управления	<p>ПК-1.1 - Анализирует оборудование, средства технологического оснащения, средства измерения, приёмы и методы работы, применяемые при выполнении технологических процессов.</p> <p>ПК-1.2 - Выбирает средства автоматизации и механизации технологических процессов.</p> <p>ПК-1.3 - Внедряет средства автоматизации и механизации при разработке технологических процессов.</p>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы построения САУ; способы представления сигналов, характеристик типовых звеньев, методов исследования устойчивости и качества линейных САУ; - свойства объектов управления, принципы управления по возмущению и по ошибке, законов и программ управления, правил получения передаточных функций различных соединений звеньев, частотных и временных характеристик основных звеньев, критериев устойчивости и качества линейных САУ. <p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать принципы построения САУ, способы представления сигналов, характеристики типовых звеньев, методы исследования устойчивости и качества линейных САУ; - использовать на практике уравнения и передаточные функции апериодического, интегрирующего и дифференцирующего звеньев, критерии устойчивости и качества линейных САУ. <p>Владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципами построения САУ, способами представления сигналов, характеристиками типовых звеньев, методами исследования устойчивости и качества линейных САУ; - принципами управления по возмущению и по ошибке, уравнениями и передаточными функциями апериодического, интегрирующего и дифференцирующего звеньев, критериями устойчивости и качества линейных САУ.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1 Структура дисциплины (модуля)

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Разделы дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины (модуля)	Всего (час)	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (в час)				Самостоятельная работа (проработка учебного материала), выполнение курсовой работы /проекта, подготовка к ПА, самоподготовка.
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	КР, КП, ПА, консультация	
7 семестр						
Раздел 1						
1.1. Основные понятия и определения	6	1	-			5
1.2. Математическое описание систем управления	18	1	2			15
Раздел 2						
2.1. Устойчивость систем управления	14	2	4			8
2.2. Качество систем управления	12	2	2			8
2.3. Синтез систем управления	10	2	-			8
Раздел 3						
3.1. Дискретные системы управления	16	2	2			12
3.2. Импульсные системы управления	10	2	2			6
3.3. Нелинейные системы	10	2	2			6
3.4. Современные методы управления	11,7	2	2			7,7
Промежуточная аттестация (зачёт)	0,3				0,3	
Итого за семестр	108	16	16		0,3	75,7

2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

Тема 1.1 Основные понятия и определения

Общие сведения об управлении и системах управления (СУ). Принципы управления. Структура системы управления. Законы управления. Классификация систем управления.

Тема 1.2 Математическое описание систем управления

Модели вход-выход: дифференциальные уравнения; передаточные функции; временные и частотные характеристики. Модели вход-состояние-выход. Формы представления математических моделей. Преобразование форм представления моделей. Построение математических моделей СУ. Характеристики СУ с последовательным и параллельным соединением звеньев, соединением звеньев с обратной связью. Построение структурных схем по передаточной функции. Типовые звенья. Составление уравнений динамики типовых звеньев.

Тема 2.1 Устойчивость систем управления

Анализ непрерывных линейных САУ; способы описания (уравнения состояния, передаточные функции, структурные схемы) и характеристики линейных систем, управляемость и наблюдаемость системы; оценки качества регулирования и устойчивости. Задачи анализа. Анализ устойчивости. Методы оценки устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Инвариантность СУ. Формы инвариантности. Селективная инвариантность к степенным воздействиям. Селективная инвариантность к гармоническому воздействию. Инвариантность систем с типовой структурой. Чувствительность СУ. Чувствительность систем с типовой структурой. Чувствительность систем со сложной структурой.

Тема 2.2 Качество систем управления

Показатели качества и типовые воздействия. Показатели качества переходных процессов. Управляемость и наблюдаемость СУ. Алгебраические критерии управляемости и наблюдаемости. Инвариантность и принцип двухканальности.

Тема 2.3 Синтез систем управления

Постановка задачи и основы проектирования систем управления. Особенности автоматического управления промышленными объектами и производственными процессами. Синтез автоматических управляющих устройств и систем. Общие сведения о синтезе СУ. Задачи и методы синтеза линейных СУ. Аналитическое конструирование регуляторов. Синтез наблюдателя состояния. Синтез СУ, инвариантных к возмущениям. Синтез следящих систем. Коррекция СУ. Расчет передаточных функций корректирующих устройств. Параметрический синтез СУ. Методы синтеза оптимальных и адаптивных СУ.

Тема 3.1 Дискретные системы управления.

Анализ линейных импульсных САУ; понятие дискретного (прерывистого) автоматического управления; описание импульсных систем во временной и частотной областях; цифровое управление, описание и характеристики цифрового регулятора. Классификация дискретных систем по виду квантования. Понятия об импульсных и цифровых СУ. Обобщенные структурные схемы дискретных СУ. Решетчатые функции и разностные

уравнения. Математическое описание идеального импульсного элемента. Уравнения и импульсная передаточная функция разомкнутой импульсной СУ. Частотные характеристики импульсных систем. Логарифмические частотные характеристики импульсных систем. Представление дискретных СУ в форме пространства состояний.

Тема 3.2 Импульсные системы управления

Структурные схемы и передаточные функции замкнутых импульсных СУ. Процессы в импульсных системах. Оценка точности импульсных СУ в установившемся режиме. Устойчивость импульсных систем. Общие сведения о синтезе импульсных систем. Построение желаемых частотных характеристик. Способы коррекции. Синтез дискретных моделей.

Тема 3.3 Нелинейные системы

Нелинейные и оптимальные САУ; способы описания и анализ нелинейных систем. Понятие оптимальных систем управления техническими объектами. Целевая функция оптимального автоматического управления и методы ее оптимизации. Безынерционные нелинейные элементы. Динамические нелинейные элементы. Нелинейные модели с раскрытой структурой. Расчетные формы нелинейных моделей. Методы линеаризации нелинейных моделей.

Тема 3.4 Современные методы управления

Понятие об устойчивости невозмущенного движения. Первый метод Ляпунова. Применение метода для исследования устойчивости. Второй (прямой) метод Ляпунова. Применение второго метода. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Необходимое и достаточное условия абсолютной устойчивости. Постановка задачи оптимального управления. Критерии оптимизации. Методы теории оптимального управления: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование. Целевые условия и уравнения адаптивных СУ. Алгоритмы адаптивного управления. Системы с алгоритмами прямого адаптивного управления. Системы идентификационного типа. Содержание этапов синтеза адаптивных СУ. Тенденции и перспективы развития методов исследования систем автоматического управления.

2.3 Курсовая работа (курсовой проект)

Не предусмотрено учебным планом.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1 Содержание оценочных материалов и их соответствие запланированным результатам обучения

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля). Перечень оценочных средств текущего контроля представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Оценочные средства текущего контроля

Виды учебных занятий	Наименование оценочного средства текущего контроля	Код и индикатор достижения компетенции
Лекции	Средства текущего контроля дисциплины по разделам	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Лабораторные занятия	Отчеты по лабораторным работам	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Самостоятельная работа	Подготовка к тестовым заданиям	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Оценочные средства для текущего контроля:

1. Управление это:
 - а) процесс формирования команд и контроля их выполнения;
 - б) процесс формирования команд при наличии случайных воздействий со стороны окружающей среды;
 - в) целенаправленное воздействие на ОУ для достижения требуемого состояния ОУ.
2. Система управления это:
 - а) совокупность ОУ и окружающей среды;
 - б) совокупность ОУ и управляющего устройства;
 - в) только управляющее устройство.
3. Состояние системы -
 - а) минимальный набор переменных величин, способных однозначно определить положение системы в данный момент времени;
 - б) положение системы в пространстве независимых переменных;
 - в) совокупность режима работы ОУ и управляющего устройства.
4. Задающее воздействие

- а) воздействие, задающее режим работы САУ;
 - б) заранее заданное значение управляемой величины, которое должно быть достигнуто в результате управления;
 - в) воздействие, задающее режим работы регулятора.
5. Ошибка управления
- а) разность между задающим воздействием и управляемой величиной;
 - б) неточность при реализации управляющего воздействия, возникающая из-за недостаточного качества САУ;
 - в) ошибка, обусловленная низким качеством САУ.
6. Возмущение это
- а) воздействие на объект управления со стороны окружающей среды;
 - б) случайное изменение управляемой величины;
 - в) случайное изменение управляющего воздействия.
7. Какой принцип управления применен в регуляторе Уатта?
- а) управление по возмущению;
 - б) управление по ошибке;
 - в) комбинированное управление.
8. К какому типу САУ следует отнести регулятор Уатта?
- а) система программного управления;
 - б) система стабилизации;
 - в) следящая система;
9. Недостатком разомкнутой САУ является
- а) большая статическая ошибка управления, т.е. ошибка управления на установившемся режиме;
 - б) недостаточная устойчивость в переходном процессе;
 - в) недостаточное быстродействие.
10. Преимуществом замкнутой САУ является
- а) высокое быстродействие в сочетании с малой статической ошибкой;
 - б) высокое качество переходного процесса;
 - в) низкая статическая ошибка.
11. САУ с обратной связью это:
- а) комбинированные САУ;
 - б) разомкнутые САУ;
 - в) замкнутые САУ.
12. Замкнутая САУ
- а) обязательно является астатической;
 - б) обязательно является статической;
 - в) может быть, как статической, так и астатической.
13. Астатическая САУ это
- а) САУ, в которой отсутствует статическая ошибка;
 - б) САУ, в которой статическая ошибка не равна 0;
 - в) САУ, в которой управление ведется в соответствии с пропорциональным законом.
14. Интегральный закон управления обладает
- а) более высоким быстродействием, по сравнению с пропорциональным;

- б) меньшую величину статической ошибки по сравнению с пропорциональным;
- в) большую величину статической ошибки по сравнению с дифференциальным.

15. Дифференциальный закон управления обеспечивает

- а) отсутствие статической ошибки;
- б) более низкую статическую, по сравнению с пропорциональным;
- в) может быть использован только в комбинации с другими законами управления.

16. Преимущества пропорционального закона управления заключаются в следующем:

- а) пропорциональный закон обеспечивает меньшую статическую ошибку и большее быстродействие по сравнению с интегральным;
- б) большее быстродействие по сравнению с дифференциальным и меньшую статическую ошибку по сравнению с интегральным;
- в) меньшую статическую ошибку по сравнению с дифференциальным и большее быстродействие по сравнению с интегральным.

17. По какой программе следует формировать задающее воздействие в системе управления давлением, p , в емкости, если при необходимо поддерживать $p = \text{Const}$ при $p_1 < p < p_2$, а при $p < p_1$ поддерживать постоянную разность $p - p_h$, где p_h – атмосферное давление.

- а) по временной программе;
- б) по параметрической программе;
- в) по изодромной (интегро-пропорциональной) программе.

18. При каком законе управления будет получена минимальная статическая ошибка?

- а) - интегральном;
- б) - пропорциональном;
- в) - дифференциальном.

19. Цель линеаризации уравнения движения ОУ

- а) повышение точности решения уравнения;
- б) упрощение решения при потере точности;
- в) упрощение решения при сохранении точности.

20. Переходная функция это

- а) переходный процесс при входном воздействии в виде функции, $1(t)$;
- б) переходный процесс при входном воздействии в виде функции $\square(t)$;
- в) функция, в соответствии с которой происходит переход от пропорционального к интегральному закону управления;

21. Передаточная функция это

- а) отношение изображения оператора воздействия к изображению собственного оператора;
- б) функция, описывающая передачу сигнала по цепи обратной связи;
- в) отношение собственного оператора к оператору воздействия;

22. При последовательном соединении звеньев передаточная функция САУ определяется, как

- а) сумма передаточных функций звеньев;
- б) произведение передаточных функций звеньев;
- в) отношение передаточной функции последнего звена к передаточной функции первого звена.

23. При параллельном включении звеньев передаточная функция САУ есть

- а) произведение передаточных функций звеньев;
- б) сумма передаточных функций звеньев;
- в) отношение произведения к сумме передаточных функций звеньев;

24. При включении звеньев по схеме с обратной связью передаточная функция САУ по управляемой величине есть

а) $W_{\Sigma}(p) = \frac{W_{раз}(p)}{1 \pm W_{раз}(p)}$, где $W_{раз}(p)$ – передаточная функция разомкнутой

части САУ;

б) $W_{\Sigma}(p) = \frac{1(t)}{1 \pm W_{раз}(p)}$;

в) $W_{\Sigma}(p) = \frac{y(t)}{x(t)}$;

25. Модуль частотной функции это

- а) разность амплитуд выходного и входного сигналов;
- б) отношение частоты выходного сигнала к амплитуде входного;
- в) отношение амплитуды выходного сигнала к амплитуде входного;

26. Аргумент частотной функции это

- а) частоты выходного сигнала к частоте входного;
- б) сдвиг по фазе выходного сигнала относительно входного;
- в) отношение аргумента передаточной функции к единичной ступенчатой функции;

27. Переходная функция пропорционального звена

- а) пропорциональна частотной функции звена;
- б) повторяет входной сигнал, умноженный на коэффициент усиления;
- в) повторяет входной сигнал.

28. Аргумент частотной функции апериодического звена первого порядка при частоте стремящейся к бесконечности

- а) стремится к 0;
- б) стремится к $-\pi/2$;
- в) стремится к $\pi/2$.

29. Модуль частотной функции апериодического звена первого порядка при частоте больше частоты среза затухает с темпом

- а) 10 дБ/дек;
- б) 20 дБ/дек;
- в) 40 дБ/дек.

30. Аргумент частотной функции идеального интегрирующего звена

- а) стремится к 0 при частоте больше частоты среза;

- б) равен $-\pi/2$ на всех частотах;
 - в) стремится к бесконечности;
31. Модуль частотной функции идеального интегрирующего звена
- а) стремится к 0 при частотах больше частоты среза;
 - б) затухает с темпом 20 дБ/дек при частотах больше частоты среза;
 - в) затухает с темпом 20 дБ/дек.
32. Модуль частотной функции идеального дифференцирующего звена
- а) уменьшается с ростом частоты;
 - б) затухает с темпом 20 дБ/дек при частотах больше частоты среза;
 - в) уменьшается с ростом частоты.
33. Аргумент частотной функции идеального дифференцирующего звена
- а) стремится к 0 при частоте больше частоты среза;
 - б) равен $\pi/2$ на всех частотах;
 - в) равен $-\pi/2$ на всех частотах;
34. Инерционное интегрирующее звено можно представить в виде системы, состоящей из
- а) последовательно включенных идеального интегрирующего и апериодического звеньев;
 - б) параллельно включенных идеального интегрирующего и апериодического звеньев;
 - в) параллельно включенных идеального интегрирующего и дифференцирующего звеньев;
35. Изодромное звено может быть представлено в виде системы, состоящей из
- а) последовательно включенных идеального интегрирующего и апериодического звеньев;
 - б) параллельно включенных идеального интегрирующего и пропорционального звеньев;
 - в) параллельно включенных идеального дифференцирующего и пропорционального звеньев.

Пример теста №2

1. Устойчивость линейной САУ это
- а) свойство линейной САУ возвращаться в состояние устойчивого равновесия при снятии возмущения;
 - б) способность линейной САУ переходить из одного устойчивого состояния в другое при отключении обратной связи;
 - в) способность линейной САУ возвращаться в состояние устойчивого равновесия на частоте среза.
2. Система устойчива, если
- а) свободная составляющая $y_{св}(t)$ переходного процесса с течением времени стремится к нулю;
 - б) если свободная составляющая $y_{св}(t)$ переходного процесса с течением времени неограниченно возрастает;

в) если свободная составляющая $y_{св}(t)$ переходного процесса с течением времени не стремится ни к нулю, ни к бесконечности.

3. Для устойчивости линейной САУ необходимо, чтобы

а) вещественные части комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения были отрицательны, а мнимые - положительны;

б) вещественные части комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения были положительны, а мнимые - отрицательны;

в) вещественные части всех корней характеристического уравнения были отрицательны.

4. Линейная САУ будет находиться на границе устойчивости, если

а) имеется хотя бы один корень характеристического уравнения с отрицательной вещественной частью;

б) имеется хотя бы один корень характеристического уравнения с положительной вещественной частью;

в) имеются чисто мнимые или кратные (нулевые) корни характеристического уравнения.

5. В соответствии с критерием Раусса-Гурвитца линейная САУ будет устойчива, если

а) определители a_n, a_{n-1} положительны, а остальные определители отрицательны;

б) определители a_n, a_{n-1} отрицательны, а остальные определители положительны;

в) все определители Гурвитца положительны.

6. Для устойчивости линейной САУ n -го порядка необходимо и достаточно, чтобы годограф Михайлова при изменении частоты от 0 до ∞

а) начинался на положительной части вещественной оси и проходил последовательно против часовой стрелки n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к ∞ в n -ом квадранте;

б) начинался на положительной части вещественной оси и проходил последовательно по часовой стрелке n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к ∞ в n -ом квадранте;

в) начинался на положительной части вещественной оси и проходил последовательно по часовой стрелке n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к 0 в n -ом квадранте

7. В соответствии с критерием Михайлова САУ находится на границе устойчивости, если годограф Михайлова

а) проходит последовательно по часовой стрелке n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к ∞ в n -ом квадранте;

б) начинается в начале координат или проходит через начало координат;

в) проходит последовательно по часовой стрелке n квадрантов, не обращаясь в ноль и стремясь к 0 в n -ом квадранте.

8. Замкнутая САУ устойчива, если при изменении частоты от 0 до ∞

а) АЧХ соответствующей разомкнутой САУ пересекает линию $|K(i\omega)|=1$ раньше, чем ФЧХ пересекает линию $-\pi$;

б) ФЧХ соответствующей разомкнутой САУ пересекает линию $-\pi$ раньше, чем АЧХ пересекает линию $|K(i\omega)|=1$;

в) АЧХ соответствующей разомкнутой САУ пересекает линию $|K(i\omega)|=1$ на той же частоте, на которой ФЧХ пересекает линию $-\pi$;

9. К критериям точности относятся

а) полоса пропускания;

б) перерегулирование;

в) статическая ошибка.

10. К критериям запаса устойчивости относятся:

а) перерегулирование;

б) время запаздывания;

в) частота среза.

11. К критериям быстродействия относятся

а) запас устойчивости по амплитуде;

б) эквивалентная полоса пропускания;

в) показатель колебательности.

12. Какой из интегральных критериев не учитывает колебания в переходном процессе

а) $J_3 = \int_0^{\infty} [x^2 + T^2(x)^2] dt$;

б) $J_2 = \int_0^{\infty} [x(t)]^2 dt$;

в) $J_1 = \int_0^{\infty} x(t) dt$

13. Уравнение $w_R(p) = k_{\pi} + \frac{k_{\text{и}}}{p} + k_{\text{д}} p$ есть уравнение

а) изодромного регулятора;

б) интегро-дифференциального регулятора;

в) пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора.

14. Интегральная часть изодромного регулятора обеспечивает

а) снижение частоты среза;

б) увеличение быстродействия;

в) уменьшение статической ошибки.

15. Пропорционально-дифференциальный регулятор применяют для

а) снижения статической ошибки;

б) повышения быстродействия;

в) увеличения запаса устойчивости по фазе.

Пример теста № 3

1. Импульсная (дискретная) САУ может быть представлена в виде

а) минимальный набор переменных величин, способных однозначно определить положение системы в данный момент времени;

б) положение системы в пространстве независимых переменных;

2. Корректирующие цепи применяют с целью

а) только снижения статической ошибки;

б) только повышения запаса устойчивости;

в) повышения качества процесса управления.

3. Понятие идеальной импульсный элемент вводится для

а) замены действительного импульсного элемента элементом без трения;

б) замены действительного импульсного элемента идеальным интегрирующим или дифференцирующим звеном;

в) для замены действительного импульсного элемента элементом с выходным сигналом в виде $\square(t)S$.

4. Запас устойчивости по фазе это

а) $\beta = \pi + \psi^*$, где ψ^* - фазовое запаздывание в точке пересечения логарифмической АЧХ с линией 0;

б) $\beta = \pi - \psi^*$, где ψ^* - фазовое запаздывание в точке пересечения логарифмической АЧХ с линией 0;

в) $\beta = \pi + \psi^*$, где ψ^* - фазовое запаздывание в точке пересечения АЧХ с линией 0.

5. Запас устойчивости по амплитуде это

а) значение логарифмической АЧХ в точке пересечения ФЧХ с линией - \square ;

б) отношение модуля частотной функции САУ к модулю частотной функции устойчивой САУ;

в) значение логарифмической АЧХ в точке пересечения ФЧХ с линией - $\square\square\square$ взятое со знаком -;

6. Для возникновения автоколебаний необходимым условием является

а) наличие в системе колебательного звена без трения;

б) наличие обратной связи, нелинейного элемента и источника энергии;

в) наличие обратной связи, колебательного звена и источника энергии.

7. Возможно ли состояние системы при котором она одновременно и устойчива и неустойчива

а) невозможно;

б) возможно в нелинейных системах;

в) возможно в импульсных системах.

8. Особая точка фазовых траекторий типа эллипс называется

а) устойчивый фокус;

б) неустойчивый фокус;

в) центр.

9. Особая точка системы неустойчивой колебательной системы называется

а) неустойчивый фокус;

б) неустойчивый узел;

в) седло.

10. Автоколебаниям соответствуют фазовые траектории вида

- а) сходящаяся спираль с особой точкой фокус;
- б) замкнутая траектория с особой точкой центр;
- в) для автоколебаний невозможно построить фазовую траекторию.

11. К нелинейным характеристикам относится

- а) нелинейная зависимость выходного сигнала от входного;
- б) нелинейная зависимость модуля частотной функции от частоты;
- в) нелинейная зависимость спектральной плотности сигнала от частоты

Полный комплект материалов (текущего и промежуточного контроля), необходимых для оценивания результатов освоения дисциплины (модуля), хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде.

3.2 Содержание оценочных материалов промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине (модулю).

Для оценки степени сформированности компетенций используются оценочные материалы, включающие контрольные вопросы.

Перечень вопросов к зачету:

1. Основные понятия и определения ТАУ.
2. Сигналы и режимы функционирования САУ.
3. Структурные схемы и состав САУ.
4. Классификация САУ по принципу действия и виду задающего воздействия.
5. Классификация САУ математическому описанию и характеру передачи сигналов.
6. Разомкнутые САУ. Управление по возмущениям.
7. Замкнутые САУ. Управление по ошибке. Принцип обратной связи (ОС).
8. Регулятор Уатта.
9. Законы (алгоритмы) управления.
10. Программы управления.
11. Временные и статические характеристики.
12. Линеаризация уравнения движения объекта управления.
13. Переходный процесс в ОУ при скачкообразном входном воздействии.
14. Статическая ошибка замкнутой САУ при пропорциональном управлении.
15. Статическая ошибка замкнутой САУ при интегральном управлении.
16. Запись колебаний с помощью экспоненциальных функций.
17. Ряд Фурье и спектр сигнала.
18. Преобразование Лапласа, свойства преобразования Лапласа.
19. Определение передаточной функции.

20. Передаточные функции систем при различных способах соединения элементов.
21. Определение частотной функции.
22. Определение частотной функции по передаточной.
23. Частотные характеристики.
24. Позиционные звенья: апериодическое звено I порядка и пропорциональное звено.
25. Интегрирующие звенья: идеальное и инерционное.
26. Изотропное звено.
27. Дифференцирующие звенья: идеальное и инерционное.
28. Пропорционально-дифференцирующее звено.
29. Звенья II порядка. Классификация.
30. Переходные функции звеньев II порядка.
31. Частотные характеристики звеньев II порядка.
32. Звено с запаздыванием.
33. Неустойчивые звенья.
34. Асимптотическая устойчивость линейных САУ.
35. Диаграмма устойчивости линейной САУ.
36. Критерий устойчивости Раussa-Гурвитца.
37. Критерий устойчивости Михайлова.
38. Критерий устойчивости Найквиста.
39. Критерии точности.
40. Критерии запаса устойчивости и быстродействия, получаемые на основе анализа переходного процесса.
41. Критерии, основанные на анализе частотных характеристик.
42. Интегральные критерии качества

3.3 Оценка успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Балльные оценки для контрольных мероприятий представлены в таблице 3.2, балльные оценки для контрольных мероприятий при выполнении курсовой работы (курсового проекта) представлены в таблице 3.3. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.2

Балльные оценки для контрольных мероприятий

Наименование контрольного мероприятия	Максимальный балл на первую аттестацию	Максимальный балл за вторую аттестацию	Максимальный балл за третью аттестацию	Всего за семестр
7 семестр				
Тестирование	15	15	5	35
Защита лабораторных	5	5	5	15

работ				
Итого (максимум за период)	20	20	10	50
Зачет				50
Итого				100

Таблица 3.4.

Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - экзамен
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Не удовлетворительно

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.1.1 Основная литература

1. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 5-е изд., стер. — СПб: Лань, 2020. — 220 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/145842/#1>

2. Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — М.: Издательство Юрайт, 2021. — 470 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-468938#page/1>

4.1.2 Дополнительная литература

1. Ультриванов И.П. Основы теории автоматического управления линейными системами: учебное пособие. - Казань: РИЦ Школа, 2011. - 53 с.

2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — М.: Издательство Юрайт, 2020. — 276 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-450559#page/1>

3. Жмудь, В. А. Теория автоматического управления. Замкнутые системы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. А. Жмудь. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2020. — 234 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-zamknutve-sistemy-453946#page/1>

4. Востриков, А. С. Теория автоматического регулирования [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / А. С. Востриков, Г. А. Французова. — М.: Издательство Юрайт, 2020. — 279 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/teoriya-avtomaticheskogo-regulirovaniya-453338#page/1>

4.1.3 Методические материалы

1. Ивченко, В. Д. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В. Д. Ивченко, В. Н. Арбузов. — М.:

РТУ МИРЭА, 2020. — 275 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/167590/#1>

2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2021. — 169 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-lineynve-sistemy-zadachnik-471092#page/1>

3. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2020. — 331 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/teoriya-avtomaticheskogo-upravleniya-mnogomernve-nelineynve-optimalnve-i-adaptivnve-sistemy-zadachnik-452303#page/1>

4. Аббасова, Т. С. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. С. Аббасова, Э. М. Аббасов ; под редакцией Т. С. Аббасовой. — Королёв: МГОТУ, 2020. — 61 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/149439/#1>

5. Электронный курс «Теория автоматического управления» в структуре электронного университета (Black Board)

Режим доступа:

https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_264405_1&course_id=_13736_1

4.1.4 Перечень информационных технологий и электронных ресурсов, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационно-образовательной среды КНИТУ-КАИ.

1. Электронный курс «Теория автоматического управления» в структуре электронного университета (Black Board)

Режим доступа:

https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_264405_1&course_id=_13736_1

4.1.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы «Лань». URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы «Znaniy.com». URL: <https://znaniy.com/>
3. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы «Юрайт». URL: <https://urait.ru>
4. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ им. Н.Г. Четаева. URL: <http://elibs.kai.ru/>
5. Электронно-библиотечная система ТНТ. URL: <http://tnt-ebook.ru/>

4.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и требуемое программное обеспечение

Описание материально-технической базы и программного обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) приведено соответственно в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование вида учебных занятий	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (Л. 304)	- мультимедийный проектор; - ноутбук; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы (шт.), стулья (шт.); - доска; - стол преподавателя, - учебно – наглядные пособия.
Лабораторные занятия	Учебная аудитория (Лаборатория мини габаритных станков с ЧПУ) (Л. 6)	- гибкая производственная система с компьютерным управлением на базе двух станков с компьютерным управлением (программный продукт CNC) и учебного робота (ГПС1): - настольный токарный станок с ЧПУ; - настольный сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ;

		<ul style="list-style-type: none"> - учебный робот с электромеханическим управлением; - персональный компьютер с ж/к монитором и установленным лицензионным программным обеспечением; - стеллаж-накопитель заготовок; - компьютерный имитатор ГПС. - гибкий производственный модуль на базе мини-габаритных токарного и фрезерного станков с ЧПУ: <ul style="list-style-type: none"> - мини-габаритный многофункциональный высокооборотный, вертикально-фрезерный станок с ЧПУ; - мини-габаритный токарно-патронный станок с ЧПУ. Персональный компьютер для подготовки управляющих программ. <ul style="list-style-type: none"> - предустановленное программное обеспечение в следующем составе и характеристики: CAD/ CAM/ CAPP система ADEM-VX вер. 9.0; - столы для оборудования; - учебные столы (шт.), стулья (шт.); - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.
	Компьютерная аудитория (Лаборатория проектирования и моделирования) (Л: 301)	<ul style="list-style-type: none"> - персональный компьютер (графические станции), включенные в локальную сеть с выходом в Internet; - ЖК монитор 22”; - мультимедиа-проектор; - проекционный экран; - локальная вычислительная сеть; - столы компьютерные; - столы учебные, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы студента (Л. 112)	<ul style="list-style-type: none"> - персональный компьютер; - ЖК монитор 19”; - столы компьютерные ; - учебные столы, стулья.

Таблица 4.2

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1.	Microsoft Windows 7 Professional Russian	Microsoft, США	Лицензионное
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian	Microsoft, США	Лицензионное
3.	Антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security 8 for Windows	Лаборатория Касперского, Россия	Лицензионное
4.	Техэксперт	Кодекс, Россия	Лицензионное
5.	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений MathWorks MATLAB	Mathworks, США	Лицензионное

5 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Обучение по дисциплине (модулю) обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену)	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Устный опрос по терминам, собеседование по вопросам к зачету (экзамену)	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену)	Преимущественно дистанционными методами

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, например:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Освоение дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения, вносимые в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафедрой, реализующей дисциплину