

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт политехнический

Кафедра «Технология машиностроения»

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

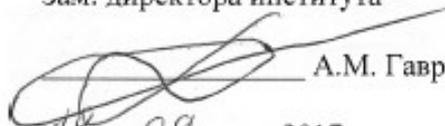
Учебный модуль по направлению подготовки
15.03.06 - Мехатроника и робототехника

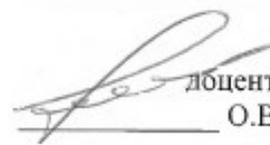
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Принято на заседании Ученого совета
института

Протокол № 14 от 19.09 2017 г.

Зам. директора института


А.М. Гаврилов
19 09 2017 г.


Разработал
доцент кафедры ТМ
О.В. Никуленков

31 10 2017 г.

Принято на заседании кафедры ТМ

Протокол № 9 от 29.06 2017 г.

Заведующий кафедрой ТМ

Д.А. Филиппов

29 06 2017

Паспорт фонда оценочных средств
по дисциплине "Теория автоматического управления".
для направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

№ п/п	Модуль, раздел (в соответствии с РП)	Контролируемые компетенции (или их части)	ФОС	
			Вид оценочного средства	Количество вариантов заданий
1.	Основные понятия и определения; принципы регулирования при построении систем автоматического управления. Классификация систем автоматического управления.	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее задание, тест	15
2.	Общие принципы составления уравнений автоматических систем, математические модели. Линеаризация уравнений динамики, линейные математические модели. Анализ статических режимов систем автоматического управления.	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее задание, тест	15
3.	Применение преобразования Лапласа и Фурье для решения линейных дифференциальных уравнений и анализа процессов в системах автоматического управления. Передаточная функция. Структурные схемы, их преобразование. Основные параметры переходного процесса. Переходная функция. Импульсная переходная функция.	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее задание, тест	15
4.	Определение устойчивости по Ляпунову. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерий Гурвица. Анализ устойчивости и точности дискретных систем управления.	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее задание, тест	15
5.	Виды частотных характеристик. Логарифмические частотные характеристики САУ. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста. Синтез корректирующих устройств.	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее задание, тест	15
6.	Метод фазового пространства. Типы состояний равновесия, особые траектории. Типы особых точек фазовых портретов нелинейных	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее	15

№ п/п	Модуль, раздел (в соответствии с РП)	Контролируемые компетенции (или их части)	ФОС	
			Вид оценочного средства	Количество вариантов заданий
	систем: правила классификации.		задание, тест	
7.	Метод гармонической линеаризации. Коэффициенты гармонической линеаризации. Анализ устойчивости нелинейных систем управления методом Ляпунова, методом Лурье. Частотный критерий Попова.	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее задание, тест	15
8.	Основы управления нелинейными системами. Релейный и пропорциональный закон регулирования.	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее задание, тест	15
9.	Цифровое управление. Описание и характеристики цифрового регулятора.	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее задание, тест	15
10.	Оптимальные системы управления техническими объектами. Адаптивные системы.	ОПК-1, ОПК-4	Разноуровневые задачи, индивидуальное домашнее задание, тест	15
		ОПК-1, ОПК-4	Фонд тестовых заданий	1
	Аттестация	ОПК-1, ОПК-4	Дифференцированный зачёт	15

Характеристика оценочного средства № 1

РАЗНОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАЧИ

1. Общие сведения об оценочном средстве

Практическая работа является одним из средств текущего контроля в освоении учебного модуля «Теория автоматического управления». Практическая работа используется для проверки и оценивания знаний, умений и навыков студентов после завершения разделов учебного модуля.

Практическая работа проводится в письменном виде во время аудиторной и аудиторной самостоятельной работы студентов. Количество вариантов соответствует количеству студентов в группе. Практическая работа охватывает весь теоретический и практический материал УМ. Максимальное количество баллов, которые может получить студент, равно 50 баллам. В случае неудовлетворительной сдачи практической работы студенту разрешается ее переписать до итоговой аттестации.

Во время проведения практической работы оценивается способность студента правильно сформулировать ответ, умение применять полученные в ходе лекций и практик знания.

1.2. Параметры проведения и оценивания практической работы

Критерии оценки задач: полнота и правильность решения каждого задания.

Условия оценки практической работы	
Предел длительности контроля знаний	1 акад. часа
Предлагаемое количество задач из одного контролируемого раздела	1
Максимальное количество баллов за задание	5 баллов
Критерии оценки:	
«отлично»	5 баллов – демонстрирует четкое и безошибочное выполнение заданий
«хорошо»	4 балла – допускает неточности при выполнении заданий
«удовлетворительно»	3 балла – испытывает трудности при выполнении заданий

Характеристика оценочного средства № 2

Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)

1.1. Общие сведения об оценочном средстве

Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) является одним из средств текущего контроля в освоении учебного модуля «Теория автоматического управления». Индивидуальное домашнее задание является средством проверки и оценки знаний студентов по освоенному материалу, а также умений применять полученные знания для решения поставленных задач.

В рамках освоения учебного модуля «Теория автоматического управления» задание выдаётся индивидуально каждому студенту. Студенты выполняют задания поэтапно в письменном виде к каждому практическому занятию. В случае неудовлетворительной оценки студенту даётся неделя на исправление ошибок.

Во время проверки выполненной ИДЗ оценивается способность студента найти правильный ответ на поставленный вопрос, умение применять знания полученные в ходе лекций и практических занятий. Максимальное количество баллов, которые может получить студент за домашнее задание 50 баллов в зависимости от уровня сложности.

Методика выполнения ИДЗ и варианты задач - согласно источника (1).

Оформление отчета по ИДЗ – согласно источника (2).

2.2 Параметры оценочного средства

Параметры оценочного средства (Индивидуальное домашнее задание)

Источник (1)	«Теория автоматического управления». Методические указания к практическим занятиям/ Сост. О.В. Никуленков, НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017г. . - 50 с.
Источник (2)	СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению. Стандарт организации. Университетская система учебно-методической документации.– Введ. 1998-12-16. – Великий Новгород: ИПЦ НовГУ. - 52 с.
Предел длительности контроля	2 ч. – на выполнение ИДЗ 20 мин – на защиту
Предлагаемое количество ИДЗ из одного контролируемого раздела	5
Последовательность выборки задач из каждого раздела	случайная
Критерии оценки:	Максимально 50 баллов
«5», «отлично»	43 - 50 балла – демонстрирует четкое и безошибочное выполнение заданий, четко и безошибочно объясняет методику выполнения расчетов.
«4», «хорошо»	34 – 42 балла –допускает неточности при выполнении заданий; недостаточно четко объясняет методику выполнения расчетов.
«3», «удовлетворительно»	25 – 33 балла –испытывает трудности при выполнении заданий; испытывает трудности в объяснении методики выполнения расчетов.

Характеристика оценочного средства № 3

ТЕСТ

1.1. Общие сведения об оценочном средстве

Тест является видом итогового контроля и оценки знаний, умений и навыков, уровня сформированности компетенций студента при освоении учебного модуля «Теория автоматического управления».

Задания в тестовой форме достаточно полно отображают планируемую содержательную структуру изучаемого и контролируемого материала, дают возможность ранжировать студентов по уровням подготовленности:

- чем меньше пробелов в ответах обучаемого на тестовые задания, тем лучше структура его знаний;
- чем выше его тестовый балл, тем выше качество его подготовленности.

Тест формируется индивидуально для каждого студента из банка тестовых заданий. Темы тестов в Приложении А к рабочей программе. По каждой теме случайным образом выбирается 10 вопросов. Максимальное количество баллов за тест – 5 баллов.

2.2 Параметры оценочного средства

Параметры оценочного средства (теста)

Предел длительности контроля	45 минут
Предлагаемое количество заданий из одного контролируемого подэлемента	Согласно плана теста
Количество вариантов	15
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Определенная по разделам, случайная внутри раздела
Критерии оценки:	выполнено верно заданий:
«5», «отлично»	5 баллов – 90–100%
«4», «хорошо»	4 балла – 75–89%
«3», «удовлетворительно»	3 балла – 50–74%
Проверяемый компонент компетенции	Знания

Характеристика оценочного средства № 4

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ЗАЧЁТ

1.1 Общие сведения об оценочном средстве

Зачёт является аттестацией знаний студента по УМ «Теория автоматического управления».

Студенты выполняют задания в письменном виде в течение 30 мин. В случае неудовлетворительной оценки студенту даётся перезачёт.

Во время ответа оценивается способность студента найти правильный ответ на поставленный вопрос, умение применять полученные в ходе лекций и лабораторных работ знания и умения. Максимальное количество баллов, которые может получить студент за зачёт, равно 15 баллам.

1.2 Параметры оценки за зачёт по УМ

Параметры оценочного средства (дифференцированного зачёта)

Предел длительности контроля	не более 30 мин на одного студента
Предлагаемое количество вопросов	по 2 вопроса
Критерии оценки:	Максимально 15 баллов
«зачёт» 8-15 баллов	<ol style="list-style-type: none">1. Даны полные и исчерпывающие ответы на все вопросы.2. Содержание ответов свидетельствует об уверенных знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации.3. Теоретический материал дополняется практическими примерами.4. При изложении ответов используется профессиональная терминология, приводятся ссылки на нормативные документы. В ответах содержится графический материал по существу поставленных вопросов
«незачёт» 1-7 балла	<ol style="list-style-type: none">1. Частично ответы на все вопросы.2. Содержание ответов свидетельствует о недостаточных знаниях выпускника и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи. При изложении ответов больше используется бытовая речь, использование профессиональной терминологии ограничено.

Приложение А

Комплект разноуровневых задач

№ варианта	Ф.И.О.	T ₁ , сек	T ₂ , сек	T ₃ , сек	τ ₁ , сек	τ ₂ , сек	σ, %	К (не из уравнения)	t _p , с	Δφ, град	Δh, дБ	ε	ξ	Δ
1		0,8	0,4	0,01	0,1	0,1	17	3	1,2	65	30	0,2	0,4	0,001
2		0,5	0,2	0,01	0,1	0,1	21	3,5	1,3	60	25	0,6	1,0	0,005
3		0,5	0,3	0,02	0,2	0,2	26	4	1	55	20	0,7	0,5	0,01
4		0,6	0,4	0,02	0,2	0,2	32	5	2	45	16	1,0	0,25	0,015
5		0,6	0,4	0,1	0,01	0,01	38	6	1,4	38	11	0,9	0,15	0,02
6		0,7	0,5	0,1	0,01	0,01	45	7	1,5	33	7	0,05	0,75	0,025
7		0,8	0,5	0,12	0,1	0,1	29	4,5	1,1	50	15	0,45	0,5	0,03
8		0,8	0,6	0,12	0,2	0,2	35	5,5	1,5	40	12	0,25	0,25	0,035
9		0,9	0,6	0,01	0,1	0,1	41	6,5	1,6	35	10	0,4	0,15	0,04
10		1,0	0,7	0,02	0,5	0,5	17	3	1,8	65	30	1,0	0,75	0,045
11		0,85	0,4	0,02	0,4	0,4	21	3,5	1,9	60	25	0,5	1,0	0,05
12		0,9	0,25	0,1	0,3	0,3	26	4	2,1	55	20	0,25	0,4	0,02
13		0,4	0,45	0,015	0,25	0,1	17	3	3,2	65	30	0,25	0,15	0,025
14		0,35	0,25	0,01	0,45	0,1	21	3,5	1,3	60	25	0,15	0,45	0,03
15		0,55	0,35	0,025	0,6	0,6	26	4	2	55	20	0,75	0,25	0,035

1 вариант: $W(P) = \frac{K\tau_1 p}{(1 + T_1 p)^2 (1 + T_2 p)(1 + T_3 p)}$	9 вариант: $W(P) = \frac{K\tau_2 p}{T_1 p(1 + T_2 p)(1 + T_3 p)}$
2 вариант: $W(P) = \frac{K(1 + \tau_1 p)}{T_1 p(1 + 2\xi T_2 p + T_2^2 P^2)}$	10 вар: $W(P) = \frac{K}{(1 + T_1 p)(1 + 2\xi T_2 p + T_2^2 P^2)}$

3 вар: $W(P) = \frac{K(\tau_1 p + 1)(\tau_2 p + 1)}{(1 + 2\xi_1 T_1 p + T_1^2 p^2)(1 + 2\xi_2 T_2 p + T_2^2 p^2)}$	11 вар: $W(P) = \frac{K(1 + 2\varepsilon\tau_1 p + \tau_1^2 p^2)}{T_1 p(1 + 2\xi T_2 p + T_2^2 p^2)(1 + T_3 p)}$
4 вариант: $W(P) = \frac{K(1 + \tau_1 p)}{p(1 + T_1 p)(1 + T_2 p)}$	12 вариант: $W(P) = \frac{K(1 + 2\varepsilon\tau_1 p + \tau_1^2 p^2)}{T_1 p(1 + 2\xi T_2 p + T_2^2 p^2)}$
5 вариант: $W(P) = \frac{K}{(1 + T_1 p)(1 + T_2 p)(1 + T_3 p)}$	13 вариант: $W(P) = \frac{K\tau_1 p}{(1 + T_1^2 p^2)(1 + T_2 p)}$
6 вар: $W(P) = \frac{K(1 + \tau_1 p)}{(1 + T_1 p)(1 + 2\xi T_2 p + T_2^2 p^2)}$	14 вариант: $W(P) = \frac{K(1 + \tau_1 p)}{T_1 p(1 + 2\xi T_2 p + T_2^2 p^2)(T_3 p - 1)}$
7 вариант: $W(P) = \frac{K(1 + \tau_1 p)}{T_1 p(1 + 2\xi T_2 p + T_2^2 p^2)}$	15 вар: $W(P) = \frac{K(\tau_2 p + 1)}{(1 + 2\xi_1 T_1 p + T_1^2 p^2)(T_2 p - 1)}$
8 вариант: $W(P) = \frac{K(1 + \tau_1 p)}{(T_3 p)(1 + T_1 p)(1 + T_2 p)}$	

- 1 Построить АФЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ для отдельных звеньев и суммарные для всей САУ (при $K=1$).
- 2 При каких значениях $K_{гр}$ САУ будет на границе устойчивости?
- 3 Построить желаемую ЛАХ по заданным показателям качества
- 4 Построить корректирующую ЛАХ и записать её передаточную функцию.

Приложение Б

Фонд тестовых заданий по УМ «Теория автоматического управления»

Темы	Виды задач	К-во задач
Тема 1 – Основные определения	8	36
Тема 2 – Статич., динамич. х-ки, Лаплас	5	33
Тема 3 – Частотные характеристики	4	21
Тема 4 – Звенья	3	30
Тема 5 – Идентификация	1	2
Тема 6 – Передаточные функции АСР	2	21
Тема 7 – Устойчивость	3	27
Тема 8 – Показатели качества	5	25
Тема 9 – Кривые D-разбиения	2	9
Тема 10 – Регуляторы	1	4
Тема 11 – Реле	2	14
Тема 12 – Фазовые траектории	3	36
Итого	39	258

Приложение В

Комплект домашних заданий

ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Построить логарифмические амплитудно-фазовые частотные характеристики 6-ти типовых звеньев, встречающихся в виде множителей в передаточных функциях динамических элементов.

Решение. Частотные функции типовых звеньев при $s = j\omega$ приведены во 2-м столбце приложения III, а виды логарифмических амплитудных частотных характеристик (столбец 3) и логарифмических фазовых частотных характеристик (столбец 4).

Построить логарифмические амплитудную и фазовую частотные характеристики динамического элемента, имеющего передаточную функцию

$$W_{дэ}(S) = k(T_1s+1)/S^2(T_2s+1)(T_3s+1)$$

при следующих параметрах: $k=0,13$; $T_1=5$ с; $T_2=0,2$ с; $T_3=0,01$ с.

Решение. Подставим в передаточную функцию $s = j\omega$ и перепишем ее в виде

$$20lg|W_{дэ}(j\omega)| = 20lg0,13 + 40lg\left|\frac{1}{(j\omega)}\right| + 20lg|5i\omega + 1| + 20lg\left|\frac{1}{0,2j\omega+1}\right| + 40lg\left|\frac{1}{0,01j\omega+1}\right|. \quad (1)$$

Используя выражение (1), строим на полулогарифмической бумаге логарифмическую амплитудную характеристику. Для этого на частоте, соответствующей $\omega=1$, откладываем значение $20lg 0,13 = -18$ дБ (точка А, рис.1). Через точку А проведем прямую с наклоном -40 дБ/дек, соответствующую типовому звену $\frac{1}{(j\omega)}$, частоты $\omega_1 = \frac{1}{5} = 0,21/c$ (точка В, рис.1). От точки В проведем прямую с наклоном -20 дБ/дек, соответствующую типовому звену $5j\omega+1$, до частоты $\omega_2 = \frac{1}{0,2} = 51/c$ (точка С, рис.2). От точки С проведем прямую с наклоном -40 дБ/дек, соответствующую типовому звену $\frac{1}{0,2j\omega+1}$, до частоты $\omega_3 = \frac{1}{0,01} = 100$ 1/с (точка Д, рис. 2). И, наконец, последнее звено $\frac{1}{(0,01j\omega+1)}$ характеризуется прямой с наклоном -80 дБ/дек (от точки Д до бесконечности). Для построения логарифмической фазовой частотной характеристики составим следующее выражение:

$$\theta_{дэ}(\omega) = -180^\circ + \text{arctg} \frac{\omega}{0,2} - \text{arctg} \frac{\omega}{5} - 2\text{arctg} \frac{\omega}{100}. \quad (2)$$

Для вычисления фазовых углов в выражении (2) используем фазовую линейку (см. приложение V). Задавая значениями круговых частот, будем находить соответствующие соотношения и заносить их в табл.1. Просуммировав фазовые углы для четырех типовых звеньев, получим результирующие значения фазовых углов. Откладывая $\Theta_{дэ}$ на полулогарифмической бумаге, получим логарифмическую фазовую частотную характеристику динамического звена.

Таблица 1

Типовое звено	Круговая частота ω									
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	4	5
$1/(j\omega)^2$	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180
$5j\omega+1$	2	5,5	14	26,5	45	68	78,5	84,5	87	87,5
$\frac{1}{0,2j\omega + 1}$	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-5,5	-11,5	-21,5	-38,5	-45
$\frac{1}{0,01j\omega + 1}$	0	0	0	0	0	-0,5	-1	-2	-4	-5
$\theta_{дэ}$	-178	-175	-167	-155	-137	-118	-114	-119	-135,5	-142,5

Типовое звено	Круговая частота ω									
	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
$1/(j\omega)^2$	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180
$5j\omega+1$	88,5	89,5	90	90	90	90	90	90	90	90
$\frac{1}{0,2j\omega + 1}$	-63	-75,5	-84,5	-87	-88	-89,5	-90	-90	-90	-90
$\frac{1}{0,01j\omega + 1}$	-11	-23	-53	-90	-126	-157	-169	-175	-177	-179
$\theta_{дэ}$	-165,5	-189	-227,5	-267	-304	-336,5	-349	-355	-357	-359

Варианты заданий для студентов:

№ п.п	k	T ₁	T ₂	T ₃
1	3	0,8	0,4	0,01
2	3,5	0,5	0,2	0,01
3	4	0,5	0,3	0,02
4	5	0,6	0,4	0,02
5	6	0,6	0,4	0,1
6	7	0,7	0,5	0,1
7	4,5	0,8	0,5	0,12
8	5,5	0,8	0,6	0,12
9	6,5	0,9	0,6	0,01
10	3	1,0	0,7	0,02
11	3,5	0,85	0,4	0,02
12	4	0,9	0,25	0,1
13	3	0,4	0,45	0,015
14	3,5	0,35	0,25	0,01
15	4	0,55	0,35	0,025

Приложение Б

Комплект контрольных вопросов к дифференциальному зачёту

Номер: 1

1. Принципы управления и регулирования.
2. Статические и динамические характеристики элементов САУ.

Номер: 2

1. Понятие динамического звена, способы его описания.
2. Усилительное звено и его частотные характеристики.

Номер: 3

1. Интегрирующее звено и его частотные характеристики.
2. Дифференцирующее звено и его частотные характеристики.

Номер: 4

1. Упреждающее звено первого порядка и его частотные характеристики.
2. Упреждающее звено второго порядка и его частотные характеристики.

Номер: 5

1. Апериодическое звено и его частотные характеристики.
2. Колебательное звено и его частотные характеристики.

Номер: 6

1. Передаточная функция последовательно соединённых звеньев.
2. Передаточная функция параллельно соединённых звеньев.

Номер: 7

1. Передаточная функция цепи звеньев с обратной связью.
2. Переходная функция.

Номер: 8

1. Понятие устойчивости системы автоматического управления.
2. Показатели качества системы автоматического управления.

Номер: 9

1. Статические и астатические системы автоматического управления.
2. Желаемая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика.

Номер: 10

1. Передаточная функция динамического звена.
2. Статическая характеристика.

Номер: 11

1. Линеаризация уравнений динамических звеньев.
2. Логарифмический частотный критерий устойчивости.

Номер: 12

1. Критерий устойчивости Гурвица.
2. Логарифмическая фазо-частотная характеристика.

Номер: 13

1. Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика.
2. Технические средства управления.

Номер: 14

1. Технические средства сбора информации (датчики).
2. Усилительно-преобразовательные устройства САУ.

Номер: 14

1. Исполнительные устройства САУ.
2. Корректирующие устройства САУ.