

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Политехнический институт

Кафедра промышленной энергетики

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПТ



С.Б. Сапожков

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Теория автоматического управления

для направления подготовки

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела

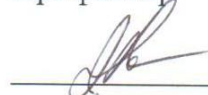
обеспечения деятельности ИПТ

 О.В. Ушакова

« 02 » 04 2019 г.

РАЗРАБОТАЛ

Профессор

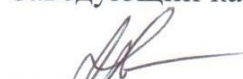
 И.В. Швецов

5 февраля 2019 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 6 от 5 февраля 2019 г.

Заведующий кафедрой

 И.В. Швецов
5 февраля 2019 г.

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебного модуля - формирование компетенций по методам оценки показателей автоматизированных систем управления и обеспечения необходимой надежности при проектировании и эксплуатации систем управления. Также - дать студентам представления, знания, умения и навыки в вопросах установок и систем для дальнейшей их профессиональной деятельности.

Задача учебного модуля – знакомство обучающихся с основополагающими знаниями в области анализа, построения альтернативных моделей и расчета характеристик восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем, способов оптимального резервирования, расчета надежности программного обеспечения автоматических и автоматизированных систем управления.

2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Изложение материала является базой и основных понятий направления подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника. Знания, полученные в процессе изучения, используются студентами при изучении специальных курсов при подготовке специалистов теплоэнергетиков, при изучении безопасности производственных процессов, а также при выполнении выпускной квалификационной работы. Дисциплина базируется на следующих модулях: «Теоретическая механика», «Электроника и электротехника» и «Безопасность жизнедеятельности». Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ОПК-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать особенности систематизации информации, полученной из разных источников и методы ее критического анализа	Уметь выявлять системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами, практиками и определять противоречия, возникающие в данных связях и отношениях; применять системный подход в интеллектуальной деятельности	Владеть навыками анализа и синтеза научной информации; навыками логической аргументации выводов и суждений в решении профессиональных задач

ОПК-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знать физические явления и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, элементарные основы оптики, квантовой механики и атомной физики	Уметь применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Владеть математическим аппаратом теории вероятностей и математической статистики, аппаратом численных методов
--	--	--	---

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2, для заочной формы обучения - в таблице 3.

Таблица 2 - Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		5 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	54	54
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	--	--
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	54	54
5. Промежуточная аттестация <i>(диф.зачет) (АЧ)</i>	--	--

Таблица 3 - Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		5 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	12	12
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	96	96
5. Промежуточная аттестация <i>(диф.зачет) (АЧ)</i>	--	--

4.2 Содержание учебной дисциплины

1. Введение. Основные понятия управления, термины и определения. Основные понятия управления. Объекты управления, их классификация. Биологические, социальные, экономические и технические системы, как объекты управления. Особенности технических систем управления. Понятие декомпозиции системы и задач управления. Автоматические и автоматизированные системы управления.

2. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем. Динамические системы и их виды. Линейные и нелинейные системы. Понятие модели системы. Линеаризация. Математические модели физических систем. Математический аппарат исследования линейных непрерывных динамических систем. Временные характеристики. Передаточная функция. Частотные характеристики линейной системы. Дискретные модели непрерывных систем.

3. Структурные схемы систем управления. Структурные схемы систем управления. Элементарные звенья и типовые связи между ними. Типовые линейные алгоритмы регулирования и структурные схемы регуляторов. Структурные схемы автоматических систем регулирования.

4. Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем автоматических управления. Устойчивость линейных динамических систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Понятие запаса устойчивости системы. Критерии заданного запаса устойчивости системы и основанные на них методы расчета ограничений на значения параметров системы.

5. Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных. Показатели и критерии качества процесса регулирования. Расчет оптимальных параметров настройки в одноконтурных автоматических системах регулирования с типовыми линейными алгоритмами.

6. Расчет систем автоматического управления из условия минимизации, среднеквадратичного отклонения управляемых переменных. Возмущающие воздействия в автоматических системах регулирования. Задачи синтеза оптимальных систем при случайных воздействиях. Математические модели случайных сигналов. Преобразование случайных сигналов линейными динамическими системами. Оптимальные алгоритмы регулирования. Субоптимальные алгоритмы.

7. Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления. Многоконтурные и комбинированные системы регулирования: каскадные, с дополнительным сигналом по производной от промежуточной управляемой переменной, с измерением возмущающих воздействий. Методы расчета настроек регуляторов в многомерных системах управления. Условия автономности и их реализация.

8. Системы управления с цифровыми контроллерами. Дискретные динамические системы. Импульсные и цифровые системы. Методы математического описания цифровых систем. Цифровая реализация типовых линейных алгоритмов регулирования. Методы расчета АСР с цифровыми регуляторами.

9. Некоторые нелинейные задачи автоматического управления. Нелинейные системы и их особенности. Задачи анализа и синтеза нелинейных систем. Устойчивость нелинейных систем. Устойчивость состояния равновесия и устойчивость движения по А. М. Ляпунову. Критерии устойчивости нелинейных систем. Автоколебания. Методы исследования нелинейных систем: фазовой плоскости, гармонического баланса. Критерий устойчивости. Статистическая линеаризация.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 4 - Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		ЛЕ К	ПЗ	ЛР			
1	Введение. Основные понятия управления, термины и определения	2	4		1	6	Контрольный опрос
2	Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем	2	4		1	6	Контрольный опрос
3	Структурные схемы систем управления	2	4		1	6	Контрольный опрос
4	Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем автоматических управления	2	4		1	6	Контрольный опрос
5	Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных	2	4		1	6	Контрольный опрос
6	Расчет систем автоматического управления из условия минимизации, среднеквадратичного отклонения управляемых переменных	2	4		1	6	Контрольный опрос
7	Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления	2	4		1	6	Контрольный опрос
8	Системы управления с цифровыми контроллерами	2	4		1	6	Контрольный опрос
9	Некоторые нелинейные задачи автоматического управления	2	4		1	6	Контрольный опрос
	Промежуточная аттестация	Диф.зачет					
	ИТОГО	18	36		9	54	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 5 - Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
1.	Введение. Основные понятия управления, термины и определения	2
2.	Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем	2
3.	Структурные схемы систем управления	2
4.	Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем автоматических управления	2
5.	Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных	2
6.	Расчет систем автоматического управления из условия минимизации, среднеквадратичного отклонения управляемых переменных	2
7.	Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматических управления	2
8.	Системы управления с цифровыми контроллерами	2
9.	Некоторые нелинейные задачи автоматического управления	2
	ИТОГО	18

Таблица 6 - Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
1.	Практическое занятие № 1. Математическое описание простого объекта управления. Уравнения статического режима, статические характеристики. Линеаризация уравнений статического режима	6
2.	Практическое занятие № 2. Математическое описание простого объекта управления. Неравновесные режимы, дифференциальное уравнение бака	6
3.	Практическое занятие № 3. Разностное уравнение и его решение	6
4.	Практическое занятие № 4. Линеаризация уравнений динамики. Динамические характеристики	6
5.	Практическое занятие № 5. Пропорциональный и интегральный алгоритмы регулирования. Анализ динамики АСР с П- регулятором, объект А-звено. Анализ динамики АСР с И - регулятором, объект А-звено	6
6.	Практическое занятие № 6. Пропорционально-интегральный алгоритм регулирования. Параметрический синтез и анализ динамики АСР с ПИ - регулятором, объект А-звено	6
7.	Практическое занятие № 7. Динамические характеристики теплотехнических ОУ. Получение математической модели ОУ по его переходной характеристике	6
8.	Практическое занятие № 8. Параметрический синтез и анализ динамики АСР с ПИ - регулятором, объект с запаздыванием	6
9.	Практическое занятие № 9. Параметрический синтез и анализ динамики АСР с ПИД - регулятором, объект с запаздыванием	6
	ИТОГО	54

Рекомендации к проведению практических занятий.

Работа в группах. Решение задач в соответствии с темами.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 7 - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие учебной аудитории	Учебная мебель, доска
2.	Мультимедийное оборудование	1 компьютер, проектор, экран, выход в интернет
3.	Программное обеспечение	Microsoft Windows XP Professional. Лицензия «Open License» № 45257130; Microsoft Office 2007. Лицензия «Open License» № 47742190.

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Теория автоматического управления»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы к контрольной работе, коллоквиуму и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 - Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Контрольный опрос	Все темы раздела № 1	10	УК-1, ОПК-2
2	Контрольный опрос	Все темы раздела № 2	10	
3	Контрольный опрос	Все темы раздела № 3	10	
4	Контрольный опрос	Все темы раздела № 4	10	
5	Контрольный опрос	Все темы раздела № 5	10	
6	Контрольный опрос	Все темы раздела № 6	10	
7	Контрольный опрос	Все темы раздела № 7	10	
8	Контрольный опрос	Все темы раздела № 8	10	
9	Контрольный опрос	Все темы раздела № 9	10	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	<i>Диф.зачет</i>		-	
	ИТОГО		90	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.1 - Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	4 варианта	по 20 вопросов в комплекте

Пример одного вопроса на тему Линеаризация

Для линеаризации характерно:

- а) один из методов приближённого представления замкнутых нелинейных систем*
- б) одно из значений приближённого представления замкнутых нелинейных систем*
- в) одна из функций приближённого представления замкнутых нелинейных систем*

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Теория автоматического управления»**

Таблица Б.1 – Основная литература*

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. в библ. НовГУ
Ротач В.Я. Теория автоматического управления : учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство МЭИ, 2004. - 399с. : ил. - Библиогр.: с. 394.	Лекции	36	5
Теория автоматического управления: учеб. для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. - 2-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 2005. - 566с.	Лекции	4	5
Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления : учеб. пособие для вузов. - М. : Высшая школа, 2006. - 589с.	все		5
Ротач В. Я. Теория автоматического управления : учеб. для вузов. - 3-е изд., стер. - М. : Издательство МЭИ, 2005. - 399с.	все		8

**См. требования п. 4.3.3 ФГОС 3++ (как правило, при использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра на каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)).*

Т Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. на каф.	Примечание
Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления : учеб. пособие для вузов / А. А. Первозванский. - 2-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 615 с.	Лекции, практические занятия, СРС, РГР		18	
Дронов В. В. Основы теории управления : конспект лекций / В. В. Дронов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2010. - 62 с. Ф1-2(60), Полный текст: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3181				

Зав. кафедрой _____ И.В. Швецов
подпись И.О. Фамилия

« 5 » февраля 2019 г.

Приложение В
(обязательное)

**Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины «Теория автоматического управления»**

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.

Протокол № ____ заседания кафедры от «____» _____ 20__ г.

Разработчик: _____

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.

Протокол № ____ заседания кафедры от «____» _____ 20__ г.

Разработчик: _____

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.

Протокол № ____ заседания кафедры от «____» _____ 20__ г.

Разработчик: _____

Зав. кафедрой _____

Таблица В.1 Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав.кафедрой	Подпись