

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Председатель Ученого
совета, Ректор КарГТУ

_____ Газалиев А.М.
« ____ » _____ 2015 г.

ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ
СТУДЕНТА
(SYLLABUS)

Дисциплина NSAR 3214 – «Нелинейные системы автоматического регулирования»

Модуль ТАУ 12 – «Теория автоматического управления»

Специальность 5В071800 – «Электроэнергетика»

Образовательные траектории – «Электропривод и автоматизация технологических комплексов горного производства», «Электропривод и автоматизация общепромышленных комплексов»

Факультет энергетики, автоматизации и телекоммуникаций

Кафедра автоматизации производственных процессов

Предисловие

Программа обучения по дисциплине для студента (syllabus) разработана:
ст. преподавателем кафедры АПП Дайчем Л.И.

Обсуждена на заседании кафедры автоматизации производственных процессов

Протокол № 2 от 07 сентября 2015 г.

Зав. кафедрой _____ Брейдо И.В. « ____ » сентября 2015 г.
(подпись)

Одобрена учебно-методическим советом факультета энергетики, автоматизации и телекоммуникации

Протокол № 1 от 22 сентября 2015 г.

Председатель _____ Тенчурина А.Р. « ____ » сентября 2015 г.
(подпись)

Сведения о преподавателе и контактная информация

Дайч Леонид Израилевич, ст. преподаватель кафедры автоматизации производственных процессов.

Кафедра автоматизации производственных процессов находится в главном корпусе КарГТУ (б.Мира, 56), аудитория 131, контактный телефон 56-51-84, доб. 1051.

Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов	ECTS	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
			количество контактных часов			количество часов СРСП	всего часов			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
Форма обучения очная (4 г.)										
5	3	5	15	15	15	45	90	45	135	Экзамен
Форма обучения очная сокращенная (3 г.)										
2	3	5	15	15	15	45	90	45	135	Экзамен

Характеристика дисциплины

Дисциплина «Нелинейные системы автоматического регулирования» входит в цикл базовых дисциплин.

Цель дисциплины

Дисциплина «Нелинейные системы автоматического регулирования» ставит целью подготовку специалистов, глубоко знающих основы теории автоматического управления.

Задачи дисциплины

Задачи дисциплины следующие: изучение основы теории нелинейных систем, методы математического описания и моделирования, важнейшие свойства, типы нелинейных систем, методы исследования устойчивости периодических режимов и переходных процессов.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

иметь представление:

- об основных особенностях нелинейных систем, их характерных отличиях от линейных САР;

- о особенностях описания, анализа и синтеза нелинейных систем автоматического регулирования;

- о особенностях режимов нелинейных систем автоматического регулирования, принципах их построения;

- о путях развития и совершенствования нелинейных САР;

знать:

- роль и место автоматических систем в задачах автоматизации технических объектов и производств;

- историю развития дисциплины;
 - основы теории нелинейных систем: методы математического описания и моделирования, важнейшие свойства, типы нелинейных систем;
 - методы исследования устойчивости периодических режимов и переходных процессов в нелинейных системах;
 - методы описания дискретных систем: методы математического описания, исследования устойчивости и качества регулирования.
- уметь:
- применять математические методы для анализа общих свойств нелинейных систем, на этой основе владеть методами анализа и синтеза нелинейных систем автоматического регулирования;
 - выполнять расчетные работы по анализу устойчивости и качеству нелинейных систем;
 - выполнять основные расчетные работы по исследованию нелинейных систем автоматического регулирования.
 - выполнять расчетные работы по анализу устойчивости и качеству дискретных систем;
- приобрести практические навыки:
- расчета и проектирования нелинейных систем автоматического регулирования;
 - выбора технических средств автоматизации при разработке нелинейных систем автоматического регулирования.

Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин: LSAR 2213 «Линейные системы автоматического регулирования».

Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Нелинейные системы автоматического регулирования», используются при освоении следующих дисциплин: АЕТРУ 4321 «Автоматизированный электропривод типовых промышленных установок».

Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
1. Типовые нелинейные характеристики. Математическое описание идеального реле, реле с зоной нечувствительности, реле с петлей гистерезиса, реле с зоной нечувствительности и петлей гистерезиса, усилителя с зоной насыщения, усилителя с зоной нечувствительности, усилителя с зоной насыщения и не чувствительности, усилителя с петлей гистерезиса.	1	–	–	1	1

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
2. Особые точки и особые линии. Формулировка понятия устойчивости. Устойчивость в «малом», в «большом», в «целом». Понятие абсолютной устойчивости.	1	–	–	1	1
3. Методы исследования систем с кусочно-линейными характеристиками.	1	–	–	1	1
4. Метод фазовой плоскости.	1	–	–	1	1
5. Анализ периодических режимов методом точечных преобразований.	1	–	–	1	1
6. Исследование релейных систем методом припасовывания.	1	–	–	1	1
7. Второй метод Ляпунова. Функции Ляпунова (понятие о знакоопределенности и знакопостоянства функций).	1	–	–	1	1
8. Асимптотическая и неасимптотическая устойчивость.	1	–	–	1	1
9. Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости. Примеры выбора функций Ляпунова и исследования устойчивости нелинейных систем.	1	–	–	1	1
10. Прохождение гармонического сигнала через нелинейное звено. Гармоническая линеаризация. Коэффициенты гармонической линеаризации нелинейных звеньев.	1	–	–	1	1
11. Исследование устойчивости и автоколебаний нелинейной системы с помощью критерия Михайлова. Определение автоколебаний нелинейной системы с помощью критерия Найквиста.	1	–	–	1	1
12. Системы автоматического регулирования с дискретными и импульсными элементами. Классификация дискретных элементов, квантование сигналов, способ формирования импульсов.	1	–	–	1	1
13. Основные характеристики импульсного элемента. Основные схемы применения ЭВМ в системах автоматического управления. Эквивалентная импульсная модель системы с ЭВМ. Математическое описание дискретных и импульсных систем. Применение разностных уравнений. Стационарные импульсные системы.	1	–	–	1	1
14. Стандартное представление процесса амплитудной импульсной модуляции. Представление изображения модулированного сигнала. Применение дискретного преобразования Лапласа и z-преобразования к исследованию импульсных систем.	1	–	–	1	1

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
15. Передаточные функции импульсных систем. Устойчивость импульсных систем. Критерии устойчивости импульсных систем. Исследование устойчивости импульсных систем.	1	–	–	1	1
Практическая работа № 1	–	1	–	1	1
Практическая работа № 2	–	1	–	1	1
Практическая работа № 3	–	1	–	1	1
Практическая работа № 4	–	1	–	1	1
Практическая работа № 5	–	1	–	1	1
Практическая работа № 6	–	1	–	1	1
Практическая работа № 7	–	1	–	1	1
Практическая работа № 8	–	1	–	1	1
Практическая работа № 9	–	1	–	1	1
Практическая работа № 10	–	1	–	1	1
Практическая работа № 11	–	1	–	1	1
Практическая работа № 12	–	1	–	1	1
Практическая работа № 13	–	1	–	1	1
Практическая работа № 14	–	1	–	1	1
Практическая работа № 15	–	1	–	1	1
Лабораторная работа №1	–	–	3	3	3
Лабораторная работа №2	–	–	3	3	3
Лабораторная работа №3	–	–	3	3	3
Лабораторная работа №4	–	–	3	3	3
Лабораторная работа №5	–	–	3	3	3
ИТОГО:	15	15	15	45	45

Перечень практических (семинарских) занятий

1. Особенности устойчивости нелинейных систем. Зависимость вида переходного процесса от начальных условий.
2. Математическое описание типовых нелинейных звеньев.
3. Построение фазовых траекторий систем второго порядка.
4. Исследование устойчивости нелинейной системы методом точечных преобразований.
5. Исследование нелинейной системы методом припасовывания.
6. Знакопеременные, знакопостоянные и знакоопределенные функции.
7. Исследование устойчивости систем вторым методом Ляпунова.
8. Прохождение гармонического сигнала через нелинейное звено.
9. Определение коэффициентов гармонической линеаризации нелинейных звеньев.
10. Исследование устойчивости нелинейной системы с помощью критерия Михайлова.
11. Исследование устойчивости нелинейной системы с помощью критерия Найквиста.
12. Методы квантования сигналов и способы формирования импульсов.

13. Математическое описание дискретных и импульсных систем с применением разностных уравнений.

14. Определение передаточных функций импульсных систем.

15. Исследование устойчивости импульсных систем.

Перечень лабораторных занятий

1. Лабораторная работа №1. LTAU10 исследование нелинейных (релейных) САР

2. Лабораторная работа №2. LTAU11 исследование дискретных САР

3. Лабораторная работа №3. LTAU12 исследование САР с запаздыванием

4. Лабораторная работа №4. LTAU13 исследование адаптивной САР с эталонной моделью объекта

5. Лабораторная работа №5. LTAU15 исследование цифровых САР

Темы контрольных заданий для СРС

6. Особенности поведения нелинейных систем.

7. Динамические нелинейности.

8. Нелинейная коррекция.

9. Нелинейная логика.

10. Нелинейные законы управления.

11. Особенности математического описания нелинейных систем.

12. Устойчивость нелинейных систем.

13. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.

14. Гармоническая линеаризация нелинейностей.

15. Расчет гармонических коэффициентов.

16. Приближенное исследование стационарных нелинейных систем методом гармонической линеаризации.

17. Оценка качества переходных процессов в нелинейных САУ.

18. Характеристика основных типов дискретных САУ.

19. Импульсные САУ. Виды модуляции. Особенности цифровых САУ.

20. Весовые коэффициенты дискретных линейных систем.

21. Понятие об оптимальном управлении.

22. Основные задачи синтеза оптимальных САУ и их особенности.

23. Классификация оптимальных САУ.

24. Вариационное исчисление. Основные понятия и определения.

25. Аналитические и алгоритмические методы решения задач теории управления.

Критерии оценки знаний студентов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100%.

График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи	Баллы
Практическая работа №1	Особенности устойчивости нелинейных систем. Зависимость вида переходного процесса от начальных условий.	[3-5, 14-18], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	1 неделя	1
Практическая работа №2	Математическое описание типовых нелинейных звеньев.	[3, 7, 17], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	2 неделя	1
Практическая работа №3	Построение фазовых траекторий систем второго порядка.	[4-5, 14-17], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	3 неделя	1
Лабораторная работа №1	Исследование нелинейных (релейных) САР	[4-5, 14-17], конспекты лекций	3 контактных часа	Текущий	3 неделя	3
Практическая работа №4	Исследование устойчивости нелинейной системы методом точечных преобразований.	[10, 11, 18], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	4 неделя	1
Практическая работа №5	Исследование нелинейной системы методом припасовывания.	[3-5, 14-18], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	5 неделя	1
Практическая работа №6	Знакопеременные, знакопостоянные и знакоопределенные функции.	[4, 9, 18], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	6 неделя	1
Практическая работа №7	Исследование устойчивости систем вторым методом Ляпунова.	[5, 14-15], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	7 неделя	1
Лабораторная работа №2	Исследование дискретных САР	[5, 14-15], конспекты лекций	3 контактных часа	Текущий	7 неделя	3
Модуль №1	Контроль знаний по дисциплине и усвоения изученного материала.	[3-7, 9-17], конспекты лекций	1 контактный час.	Рубежный	7 неделя	10
Практическая работа №8	Прохождение гармонического сигнала через нелинейное звено.	[10, 11, 18], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	8 неделя	1
Практическая работа №9	Определение коэффициентов гармонической линеаризации нелинейных звеньев.	[3-5, 12], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	9 неделя	1
Практическая работа №10	Исследование устойчивости нелинейной системы с помощью критерия Михайлова.	[10, 11, 18], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	10 неделя	1
Практическая работа №11	Исследование устойчивости нелинейной системы с помощью критерия Найквиста.	[4-5, 16-18], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	11 неделя	1
Практическая работа №12	Методы квантования сигналов и способы формирования импульсов.	[3-5, 14-18], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	12 неделя	1
Лабораторная работа №3	Исследование САР с запаздыванием	[3-5, 10-12], конспекты лекций	3 контактных часа	Текущий	12 неделя	3

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи	Баллы
Практическая работа №13	Математическое описание дискретных и импульсных систем с применением разностных уравнений.	[3, 17], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	13 неделя	1
Практическая работа №14	Определение передаточных функций импульсных систем.	[3-5, 14-18], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	14 неделя	1
Лабораторная работа №4	Исследование адаптивной САР с эталонной моделью объекта	[3-5, 14-18], конспекты лекций	3 контактных часа	Текущий	14 неделя	3
Модуль №2	Контроль знаний по дисциплине и усвоения изученного материала.	[4-7, 9-17], конспекты лекций	1 контактный час.	Рубежный	14 неделя	10
Практическая работа №15	Исследование устойчивости импульсных систем.	[10, 13, 15], конспекты лекций	2 контактных часа	Текущий	15 неделя	1
Лабораторная работа №5	Исследование цифровых САР	[10, 13, 15], конспекты лекций	3 контактных часа	Текущий	15 неделя	3
Доклад	Контроль знаний по дисциплине и выполнения заданий СРСР. Подготовка и написание реферата, создание презентации, выступление с докладом	Весь перечень основной и дополнительной литературы	30 контактных часов	Текущий	Еженедельно	10
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Весь перечень основной и дополнительной литературы	3 контактных часа	Итоговый	В период сессии	40
ИТОГО:						100

Политика и процедуры

При изучении дисциплины «Нелинейные системы автоматического регулирования» прошу соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу предоставлять справку, в других случаях – объяснительную записку.
3. В обязанности студента входит посещение всех видов занятий.
4. Согласно календарному графику учебного процесса сдавать все виды контроля.
5. Пропущенные практические и лабораторные занятия отрабатывать в указанное преподавателем время.
6. Во время лекционных, лабораторных и других занятий выполнять правила внутреннего распорядка, касающиеся поведения студентов в учебных аудиториях.

7. В ходе внеаудиторной подготовки внимательно и вдумчиво изучать прослушанный накануне лекционный материал, систематически использовать рекомендуемую литературу и другие источники.

8. При подготовке к СРСП предварительно изучить соответствующий раздел теоретической части дисциплины и ответить на поставленные преподавателем контрольные вопросы.

9. Активно участвовать в учебном процессе.

10. Быть терпимыми, открытыми, откровенными и доброжелательными к сокурсникам и преподавателям.

Список основной литературы

1. Бекбаев А.Б., Сулеев Д.К., Хисаров Б.Д. Сызыкты жэне бейсызыкты жүйелердиң автоматты реттеу теориясы. Окулык. Алматы: Эверо, 2005. - 328 б.

2. Бекбаев А.Б., Сулеев Д.К., Хисаров Б.Д. Сызыкты жэне бейсызыкты автоматты реттеу жүйесиң теориясы. Есептер жинагы. Оку курал. Алматы: 2012.

3. В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. Теория систем автоматического управления. С-П., Профессия., 2003г. - 752с.

4. Ротач В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 400 с.

5. Теория автоматического управления. Часть I. /Воронов А.А. - М.: Высшая школа, 1986. - 277с.

6. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. - Спб.: Политехника, 2003. -304с.

7. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. - М.: Наука, 1989. -256 с.

8. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. - М.: Машиностроение, 1978. - 606 с.

9. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. /Под ред. В.А. Бесекерского. - М.: Наука, 1978. - 512с.

10. Топчеев Ю.И., Цыплаков А.П. Задачник по теории автоматического регулирования. - М.: Машиностроение, 1977. - 592 с.

11. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. - М.: Наука, 1986. -616 с.

10. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования. В 3-х книгах. Под ред. В.В. Солодовникова М.: Машиностроение, 1969.

12. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в МаОаЪ. Учебный курс. - СПб.: Питер, 2005. - 512с.

Список дополнительной литературы

13. Лурье Б.Я., Энрайт П.Д. Классические методы автоматического управления. - СПб: БХВ - Петербург, 2004.-628с.

14. Пантелеев А.В., Бортакровский А.С. Теория управления в примерах и задачах: Учебное пособие.-М.: Высшая школа, 2003.-584с.

15. Ю.И. Топчеев Атлас для проектирования систем автоматического регулирования. М.: Машиностроение. 1989.

16. Имаев Д.Х., Красношпорина А.А., Яковлев В.Б. Теория автоматического управления. Часть 1. Линейные системы автоматического управления. - Киев: Выща школа. 1992.

17. Имаев Д.Х., Красношпорина А.А., Яковлев В.Б. Теория автоматического управления. Часть 2. Нелинейные, импульсные и стохастические системы автоматического управления. - Киев: Выща школа.

18. Алексеев А.А., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. Теория управления. - СПб: Издательство ТЭТУ. 1999.

19. Имаев Д.Х., Ковальски З., Яковлев В.Б., Кузьмин Н.Н., Пошехонов Цапко Г П- Анализ и синтез систем управления. Теория, методы, примеры решения типовых задач с использованием персонального компьютера - СПб Гданьск, Сургут, Томск. 1997.

20. Теория автоматического управления./ Под ред. Ю.М. Соломенцева - М.: Высшая школа. 2000.

**ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ
СТУДЕНТА
(SYLLABUS)**

Дисциплина NSAR 3214 – «Нелинейные системы автоматического регулирования»

Модуль ТАУ 12 – «Теория автоматического управления»

Специальность 5В071800 – «Электроэнергетика»

Образовательные траектории – «Электропривод и автоматизация технологических комплексов горного производства», «Электропривод и автоматизация общепромышленных комплексов»

Гос. изд. лиц. № 50 от 31.03.2004.

Подписано к печати _____ 2015 г. Формат 90x60/16. Тираж _____ экз.

Объем 1,0 уч. изд. л. Заказ № _____ Цена договорная