

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 LSAR 2213 «Линейные системы автоматического регулирования»

Модуль ТАУ 12 «Теория автоматического управления»

Специальность 6В071800 «Электроэнергетика»

Факультет энергетики и телекоммуникаций

Кафедра автоматизации производственных процессов им. В.Ф. Бырьки

Предисловие

Программа обучения по дисциплине для студента (syllabus) разработана:
к.т.н., доцентом Кочкиным А.М., ст. преподавателем Дайчем Л.И.

Обсуждена на заседании кафедры Автоматизации производственных процессов

Протокол № 21 от «24»__06____2015г.

Зав. кафедрой _____ Брейдо И.В. «__»_____20__ г.

Одобрена учебно-методическим советом Факультета энергетики и телекоммуни-
каций

Протокол № 10 от «__29__»__06____2015 г.

Председатель _____ «__»_____20__ г.
(подпись)

Согласована с кафедрой _____

(наименование кафедры)

Зав. кафедрой _____ «__»_____20__

Сведения о преподавателе и контактная информация

Дайч Леонид Израилевич, ст. преподавателем кафедры АПП КарГТУ

Кочкин Александр Михайлович, к.т.н., доцент, доцент кафедры АПП КарГТУ

Кафедра автоматизации производственных процессов находится в главном корпусе КарГТУ (Бульвар Мира, 56), аудитория 131, контактный телефон 56-51-84 (кафедра АПП).

Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов Каз/ECTS	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРС	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
Для студентов дневного отделения									
4	3/5	15	15	15	45	90	45	135	Тестовое задание
Для студентов очного отделения сокращенного срока обучения									
1	3/5	15	15	15	45	90	45	135	Экзамен

Характеристика дисциплины

Дисциплина LSAR 2213 «Линейные системы автоматического регулирования» входит в цикл профилирующих дисциплин (ПД) для студентов специальности 5В071800 – «Электроэнергетика» и относится к компоненту по выбору (КВ).

Цель дисциплины

Дисциплина «Линейные системы автоматического регулирования» ставит целью подготовку высококвалифицированного специалиста, глубоко знающего основы теории автоматического управления и умеющего выполнять расчетные работы по созданию и внедрению в эксплуатацию автоматических систем с широким использованием средств современной компьютерной техники.

Задачи дисциплины

Задачи дисциплины следующие:

– усвоение студентами принципов действия и применения технических

средств систем автоматики, обеспечивающих автоматизацию промышленных установок и технологических комплексов;

- ознакомление с основными направлениями развития технических средств систем автоматики;

- приобретение практических навыков проектирования устройств и систем автоматики, выбора и расчета средств автоматизации и промышленных приборов таких систем с учетом характеристик объектов управления и особенностей применяемых технических средств;

- закрепление, расширение и углубление знаний по автоматизации технологических процессов.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

иметь представление:

- о местоположении теории автоматического управления среди технических дисциплин;

- историю развития дисциплины;

знать:

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

- основные принципы и схемы автоматического регулирования, основные типы систем автоматического регулирования, их математическое описание и основные задачи исследования;

- роль содержания и методы линейной теории систем, методы анализа во временной и частотной области;

- методы описания систем автоматического регулирования в виде передаточных функций;

- построение временных и частотных характеристик систем автоматического регулирования;

- методы исследования устойчивости линейных систем автоматического регулирования и управления;

- методы оценки качества процесса регулирования;

уметь:

- применять математические методы для анализа общих свойств линейных систем, на этой основе владеть методами анализа и коррекции линейных систем автоматического управления;

- составлять структурные схемы и выполнять анализ устойчивости и качества систем, определять параметры и корректирующих звеньев по заданным требованиям к качеству функционирования систем;

приобрести практические навыки:

- по построению одноконтурных линейных САУ;

- по анализу качества работы САУ.

Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин: Математика I, II; Физика; Теоретические основы электротехники I.

Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Линейные системы автоматического регулирования», используются при освоении следующих дисциплин: Нелинейные системы автоматического регулирования; Теория автоматизированного электропривода.

Тематический план дисциплины

Тематический план дисциплины по видам занятий и их трудоемкость для дневной/заочной/заочной сокращенной/заочной на базе высшего образования формы обучения

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, час.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
Введение Лекция 1. Предмет и задачи курса теория линейных систем автоматического регулирования, его связь с другими дисциплинами. Автоматические системы и задачи теории управления и регулирования. Управление и регулирование в технике, объекты и системы автоматического управления Лекции 2. (САУ). Принципы построения САУ. Функциональное описание САУ и их элементов. Классификация САУ по назначению и принципам работы. Системы стабилизации, программного управления и следящие системы. Статические и динамические модели САУ и их звеньев. Дальнейшая классификация САУ по их свойствам и математическому описанию.	2	-	-	3	3
1 Математическое описание линейных систем автоматического регулирования Лекции 3. Уравнения динамики и статики систем автоматического регулирования (САР). Описание в виде дифференциальных уравнений. Линеаризация нелинейных дифференциальных уравнений. Применение преобразования Лапласа. Лекции 4. Формы записи дифференциальных уравнений. Стандартная форма записи дифференциальных уравнений. Передаточная функция. Передаточные функции элементов систем автоматического регулирования. Лекции 5. Временные характеристики линейных систем. Частотные характеристики	3	2	3	6	6

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, час.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
линейных систем. Логарифмические частотные характеристики линейных систем.					
<p>2 Типовые звенья линейных систем автоматического регулирования</p> <p>Лекции 6. Пропорциональное, интегрирующее, дифференцирующее звенья. Временные и частотные характеристики пропорционального, интегрирующего и дифференцирующего звена. Аperiodическое звено 1-го, 2-го порядков. Временные и частотные характеристики аperiodического звена 1-го, 2-го порядков. Колебательное звено. Временные и частотные характеристики колебательного звена. Консервативное звено. Временные и частотные характеристики консервативного звена.</p>	1	3	3	9	9
<p>3 Структурные схемы линейных систем</p> <p>Лекции 7. Передаточные функции сложных линейных систем автоматического регулирования. Методы преобразования структурных схем. Основные правила преобразования структурных схем. Вычисление передаточных функций одноконтурных систем.</p> <p>Лекции 8. Вычисление передаточных функций многоконтурных систем. Определение передаточных функций САР с применением методов структурного преобразования. Определение передаточных функций многоконтурных САР и построение их частотных характеристик.</p>	2	3	3	6	6
<p>4 Устойчивость линейных систем автоматического регулирования</p> <p>Лекции 9. Понятие устойчивости. Виды устойчивости систем автоматического регулирования. Устойчивость системы по Ляпунову А.М. Устойчивость движения по первому приближению (Первый метод Ляпунова А.М.). Теоремы первого метода Ляпунова А.М. Условия устойчивости линейных САР.</p> <p>Лекции 10. Алгебраические критерии устойчивости. Характеристическое уравнение линейных САР. Критерий Гурвица. Критерий Ляенара-Шипара. Определение устойчивости линейной САР на основе критериев Гурвица и Ляенара-Шипара.</p>	4	3	3	9	9

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, час.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
<p>Лекции 11. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова А.В. Годограф Михайлова. Вещественная и мнимая функции Михайлова. Применение критерия Михайлова А.В. для анализа устойчивости линейных САУ. Критерий устойчивости Г. Найквиста. Критерий Г. Найквиста для случая устойчивой системы в разомкнутом состоянии. Критерий Г. Найквиста для исследования устойчивости астатических систем.</p> <p>Лекции 12. Запас устойчивости по амплитуде и фазе. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Определение запаса устойчивости системы по амплитуде и фазе на основе логарифмических частотных характеристик. Определение устойчивости систем с запаздыванием. Построение областей устойчивости в плоскости параметров системы (D - разбиение). D - разбиение по одному параметру. D - разбиение по двум параметрам.</p>					
<p>5 Методы оценки качества регулирования линейных систем</p> <p>Лекции 13. Прямые и косвенные оценки качества. Оценка качества регулирования по кривой переходного процесса при воздействии ступенчатой функции. Оценка качества регулирования при гармонических воздействиях.</p> <p>Лекции 14. Оценка качества регулирования в установившемся режиме (коэффициенты ошибок). Корневые методы оценки качества регулирования.</p> <p>Лекции 15. Способы и средства улучшения свойств линейных САУ. Корректирующие устройства. Выбор параметров и синтез корректирующих устройств по корневым годографам. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам.</p>	3	1	-	3	3
ИТОГО:	15	15	15	45	45

Перечень практических (семинарских) занятий

1. Составление функциональных схем по принципиальным схемам систем автоматического регулирования.

2. Математическое описание систем автоматического регулирования. Формы записи дифференциальных уравнений. Определение передаточных функций отдельных элементов функциональных схем.
3. Типовые звенья. Дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики звеньев.
4. Основные правила составления и преобразования структурных схем и определение передаточных функций систем.
5. Построение логарифмических частотных характеристик звеньев и систем.
6. Исследование устойчивости стационарных линейных систем.
7. Исследование устойчивости линейных систем с применением критерия Гурвица, Лъенар-Шипара.
8. Исследование устойчивости линейных систем на основе построения годографа Михайлова.
9. Исследование устойчивости линейных систем на основе построения графиков вещественной и мнимой функций Михайлова.
10. Исследование устойчивости линейной системы по критерию Найквиста.
11. Исследование устойчивости линейной системы по логарифмическим частотным характеристикам.
12. Определение областей устойчивости по одному и двум параметрам.
13. Определение запасов устойчивости системы по амплитуде и фазе на основе построения графика амплитудной фазовой частотной характеристики разомкнутой системы.
14. Определение запасов устойчивости системы по амплитуде и фазе на основе построения графиков логарифмических частотных характеристик.
15. Определение прямых и косвенных оценок качества регулирования линейной системой.

Перечень лабораторных занятий

- № 1. «Исследование свойств и характеристик динамических звеньев» - 4 час
- № 2. «Принципы построения и способы управления в системах автоматического регулирования. Системы разомкнутые, замкнутые и комбинированные» - 4 час
- № 3. «Основные законы регулирования в промышленных САР» - 4 час
- № 4. «Исследование устойчивости линейных САР» - 4 час
- № 5. «Исследование влияния параметров автоматических регуляторов на статические характеристики САР» - 4 час
- № 6. «Исследование влияния параметров автоматических регуляторов на динамические характеристики САР» - 4 час
- № 7. «Исследование методов улучшения качества САР с помощью корректирующих звеньев» - 4 час
- №8 Заключительное занятие – 2 час

Темы контрольных заданий для СРС

СРС выполняется в соответствии с заданиями, определенными планами лабораторных и практических занятий, а также в комплексном задании по дисциплине.

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% в соответствии с таблицей.

График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи	Баллы
Лабораторные работы №№ 1,2,3 (LTAU1)	Изучение основных характеристик динамических звеньев. Исследование взаимосвязей между параметрами типовых динамических звеньев и их характеристиками.	[2, стр.56-78; 7, стр.95-107; 8, стр.4-35]]	6 недель	Текущий	6 неделя	10
Контрольная работа	Контроль знаний по решению задач изученного материала.	[1, стр.50-54, 63-73, 76-78, 89, 92-97, 100-102, 105-108, 281; 2, стр.95-120, 205-258; 7, стр.9-29, 31-39; 10, стр.14-18.	2 час	Текущий	6 неделя	10
Тестирование	Контроль знаний по дисциплине и усвоения изученного материала. Ответы на контрольные вопросы по темам 1-3	[1, стр.50-54, 63-73, 76-78, 89, 92-97, 100-102, 105-108, 281; 2, стр.95-120, 205-258; 7, стр.9-29, 31-39; 10, стр.14-18.	1 час.	Рубежный	7 неделя	10
Лабораторные работы №№ 4,5,6	Изучение основных законов автоматического регулирования и их влияние на качество работы САР.	[10, стр.7-9, 45-54; 11, стр.175-178]	12 недель	Текущий	14 неделя	8
Комплексное контрольное задание	Контроль знаний по решению задач изученного материала.	[1, стр.384-422; 4, 17-19, 27-32; 5, стр.218-226; 7, стр.6, 42-44; 8, стр.25-43; 9, 105-118; 10, стр. 42-54.	4 недели	Текущий	14 неделя	12
Тестиро-	Контроль знаний по дис-	[1, стр.384-422;	0,75	Рубеж-	14	8

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи	Баллы
экзамен	цели и усвоения изученного материала. Ответы на контрольные вопросы по темам 8-14.	4, 17-19, 27-32; 5, стр.218-226; 7, стр.6, 42-44; 8, стр.25-43; 9, 105-118; 10, стр., 42-54.	час.	экзамен	неделя	
Лабораторная работа №7	Исследование влияния параметров автоматических регуляторов на показатели качества САР.	[11, стр.175-178; 19, стр.3-65]	1 час.	Текущий	12 недель	2
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Весь перечень литературы	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии	40
Итого						100

Политика и процедуры

При изучении дисциплины «Теория линейных систем автоматического регулирования» прошу соблюдать следующие правила:

- 1 Не опаздывать на занятия.
- 2 Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу представить 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. При подготовке к СРСП предварительно изучить соответствующий раздел теоретической части дисциплины и ответить на поставленные преподавателем контрольные вопросы.
7. Активно участвовать в учебном процессе.
8. Быть терпимыми, открытыми, откровенными и доброжелательными к сокурсникам и преподавателям.

Список основной литературы

1. Теория систем автоматического управления : учебное пособие / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - СПб. : Профессия, 2004. - 747 с.
2. Ротач В.Я. Теория автоматического управления: учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 400 с.
3. Туганбаев И.Т. Теория автоматического управления: учебник для вузов. Алматы, «Эверо», 2013, - 133 с.
4. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. - М.: Наука, 1989.
5. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. /Под ред. В.А.

- Бесекерского. -М.: Наука, 1978.
6. Топчиев Ю.И., Цыплаков А.П. Задачник по теории автоматического регулирования. - М.: Машиностроение, 1977.
 7. Бекбаев А.Б., Сулеев Д.К., Хисаров Б.Д. Сызықты және бейсызықты жүйелердің автоматты реттеу теориясы. Оқулық. Алматы: Эверо, 2005. - 328 б.
 8. Бекбаев А.Б., Сулеев Д.К., Хисаров Б.Д. Сызықты және бейсызықты автоматты реттеу жүйесінің теориясы. Есептер жинағы. Оқу курал. Алматы: 2012.
 9. Теория автоматического управления. Часть 1. /Воронов А.А. - М.: Высшая школа, 1986. - 277с.
 10. Волобуева О. П. Основы теории управления: учебник для студентов вузов технических специальностей / М-во образования и науки РК, Казахский Национальный Технический Университет им. К.И. Сатпаева. - Алматы : КазНТУ, 2006. - 243 с.

Список дополнительной литературы

11. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. - Спб.: Политехника, 2003.-304с.
12. Лукас В.А. Теория управления техническими системами: учеб. пособие для вузов. – 4-е издание, исправленное. – Екатеринбург: изд-во УГГУ, 2005 – 677 с.
13. Пантелеев А.В., Бортакровский А.С. Теория управления в примерах и задачах: Учебное пособие.-М.: Высшая школа, 2003.-584с.
14. Брейдо И.В. Фешин Б.Н Дайч Л.И. и др Компьютерный лабораторный практикум по теории автоматического управления/ Электронное издание
15. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. - М.: Наука, 1977.
16. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-ти томах/ Под ред. К.А., Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им Н.Э. Баумана, 2004.
17. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/ + Simulink5/6. Основы применения. Серия «Библиотека профессионала». – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2005. – 800с.
18. Лурье Б.Я., Энрайт П.Д. Классические методы автоматического управления. - СПб: БХВ - Петербург, 2004.-628с.
19. Теория автоматического управления и автоматизации производственных процессов: учебн. пособие для вузов / Г. С. Жетесова [и др.] ; М-во образования и науки РК, Карагандинский государственный технический университет. - Караганда : КарГТУ, 2013. - 133 с.
20. Имаев Д.Х., Ковальски З., Яковлев В.Б., Кузьмин Н.Н., Пошехонов Л.Б., Цапко Т.П. Анализ и синтез систем управления. Теория, методы, примеры решения типовых задач с использованием персонального компьютера. - СПб., Гданьск, Сургут, Томск. 1997.
21. Теория автоматического регулирования: учебник / А. С. Востриков, Г. А. Французова. - Новосибирск : НГТУ, 2006. - 367 с.
22. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. Теория систем автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие/ - 4-е изд., перераб. и доп. - Progr.185507531 (файла : байтов). - СПб. : Профессия, 2004. - 747/1 с.
23. Ротач В.Я. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)" направления подготовки "Автоматизированные технологии и производства" / В.Я. Ротач ; М-во образования и науки РФ. - 4-е изд., стер. - Progr. 39218665 (файла : байтов). - М. : МЭИ, 2007. - 399/1 с.
24. А. Бекбаев, Д. Сүлеев, Б. Хисаров. Сызықты және бейсызықты жүйелердің автоматты реттеу теориясы [Электронный ресурс] : оқулық Қазақстанның жоғарғы оқу орындары техникалық мамандықтарының студенттері үшін арналған / ред. А. Бекбаев ; Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігі. - Progr.40628283 (файла : байтов). - Алматы : Эверо, 2007. - 327/1 б.

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

Дисциплина LSAR 3304 «Линейные системы автоматического
регулирования»

Модуль TARM 8 «Теория автоматического регулирования и
моделирование»

Гос. изд. лиц. № 50 от 31.03.2004.

Подписано к печати _____ 20__ г. Формат 90x60/16. Тираж _____ экз.

Объем ___ уч. изд. л. Заказ № _____ Цена договорная

100027. Издательство КарГТУ, Караганда, Бульвар Мира, 56