

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Мухомов Мотомед Шавардович

Должность: Ректор

Дата подписания: 25.11.2025 00:07:47

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор
И.Г. Гайрабеков



29 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«Моделирование систем и процессов»

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов
и производств

Профиль подготовки

Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация

бакалавр

Грозный 2020 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Моделирования систем и процессов» является обучение студентов, занимающихся по программе бакалавриата, методам компьютерного моделирования процессов, вопросы изучения природы систем, возможностей их структурного развития и прогнозирования поведения, разработки универсальных подходов к построению моделей, точности симуляции движения их координат, оценки величин погрешностей, адекватности получаемых результатов, идентификации изучаемых систем, синтеза технических устройств и гипотез.

Задачи общей теории моделирования заключаются в решении перечисленных проблем. При поиске решений используются:

- методы теории подобия
- методы теории расчета цепей
- методы теории систем автоматического управления
- численные методы
- основные характеристики и параметры элементов автоматики;
- основные понятия о моделировании объектов управления;
- теоретический метод разработки математической модели автоматической системы регулирования (АСР);
- экспериментально – аналитический метод разработки модели АСР.

2. Место дисциплины в структуре программы

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Для изучения курса требуется **знание**: высшей математики, информационных технологий, математического моделирования.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является **предшествующей** дисциплиной для курсов: проектирование автоматизированных систем, устройство цифровой автоматики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

общекультурные:

- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-3);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5);

общефессиональные:

- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-2);

- способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения (ОПК-4);

проектно-конструкторская деятельность:

- способностью собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования (ПК-1);

производственно-технологическая деятельность:

- способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством (ПК-8);

научно-исследовательская деятельность:

- способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством (ПК-18);

- способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами (ПК-19);

сервисно-эксплуатационная деятельность:

- способностью участвовать в организации диагностики технологических процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления (ПК-25);

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ); основные методы анализа САУ во временной и частотных областях, способы синтеза САУ: типовые пакеты прикладных программ.

уметь:

- проводить анализ САУ, оценивать статистические и динамические характеристики;

- рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора.

владеть:

- навыками построения систем автоматического управления системами и процессами;

- навыками работы на контрольно-измерительном и испытательном оборудовании;

- навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед. ОФО	Всего часов/ зач.ед. ЗФО	Семестр ОФО	Семестр ЗФО
			7	7
Аудиторные занятия (всего)	68/1,88	16/0,44	68/1,88	16/0,44
В том числе:				
Лекции	34/0,94	8/0,22	34/0,94	8/0,22
Лабораторные работы (ЛР)	34/0,94	8/0,22	34/0,94	8/0,22
Самостоятельная работа (всего)	76/2,11	128/3,5	76/2,11	128/3,5
Доклады	58/1,61	122/3,38	58/1,61	122/3,38
Подготовка к экзамену	12/0,33	2/0,05	12/0,33	2/0,05
Подготовка к лабораторным работам	6/0,16	4/0,11	6/0,16	4/0,11
Вид отчетности	экзамен			
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	144		
	ВСЕГО в зачетных единицах	4		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. Час ОФО	Лекц. часы ЗФО	Лаб.з ан.часы ОФО	Лаб.з ан.часы ЗФО	Всего часов ОФО	Всего часов ЗФО
1	Основные понятия о моделировании объектов и систем управления.	2	2	2	2	4	4
2	Методы построения ММ.	4	2	4	2	8	4
3	Теоретический метод разработки детерминированных моделей статистики и динамики.	6	2	4	2	10	4
4	Экспериментально-аналитический метод разработки ММ статистики и динамики методом активного эксперимента.	6	2	6	2	12	4
5	Оценка параметров динамической модели с использованием методов оптимизации.	4	-	6	-	10	-

6	Теоретический метод разработки ММ АСР.	4	-	4	-	8	-
7	Экспериментально-аналитический метод разработки модели АСР.	4	-	4	-	8	-
8	Экспериментально-аналитический метод разработки стохастических моделей статики.	4	-	4	-	8	-
ВСЕГО		34	8	34	8	68	16

5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

Раздел	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Основные понятия о моделировании объектов и систем управления.	Понятия математической модели. Статическая модель. Динамическая модель. Полная ММ. Линейные и нелинейные ММ. Стационарный и нестационарный процесс. Модель с сосредоточенными и распределенными параметрами.
2	Методы построения ММ.	Теоретический (аналитический). Эмпирический (формальный, экспериментальный). Экспериментально-аналитический.
3	Теоретический метод разработки детерминированных моделей статики и динамики.	Моделирующий алгоритм. Адекватность ММ. Примеры моделирования объектов регулирования. Выводы по теме.

4	Экспериментально-аналитический метод разработки ММ статики и динамики методом активного эксперимента.	Получение ММ статики. Линеаризация графически и аналитически. Экспериментальное получение статических характеристик и их обработка. Получение ММ динамики. Упрощенная обработка экспериментальных данных. Оценивание коэффициентов дифференциального уравнения объекта 2-го порядка по переходной функции, методом наименьших квадратов.
5	Оценка параметров динамической модели с использованием методов оптимизации.	Определение неизвестных параметров динамической модели.
6	Теоретический метод разработки ММ АСР.	Измерительные устройства. Регуляторы. Исполнительные механизмы и регулирующие органы. Моделирование АСР температурного режима реактора периодического действия.
7	Экспериментально-аналитический метод разработки модели АСР.	Анализ АСР. Блок-схема АСР. Классификация моделирования АСР. Параметры настройки. Статические ошибки.
8	Экспериментально-аналитический метод разработки стохастических моделей статики.	Вероятностный (стохастический). Выборочные коэффициенты. Пассивный метод идентификации параметров ММ. Выборочный коэффициент корреляции.

5.3. Лабораторные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Методы построения ММ.	Исследование линейной стационарной динамической системы в среде MATLAB

2	Теоретический метод разработки детерминированных моделей статики и динамики.	Моделирование систем управления в пакете SIMULINK
3	Экспериментально-аналитический метод разработки ММ статики и динамики методом активного эксперимента.	Построение математического описания объекта управления экспериментальными методами
4	Оценка параметров динамической модели с использованием методов оптимизации.	Построение математических моделей аналитическим методом (моделирование теплообменной аппаратуры)
5	Теоретический метод разработки ММ АСР.	Построение математических моделей аналитическим методом (моделирование химических реакций)
6	Экспериментально-аналитический метод разработки модели АСР.	Моделирование простых гидравлических систем
7	Экспериментально-аналитический метод разработки стохастических моделей статики.	Моделирование процесса получения пара

6. Практические занятия (семинары) – не предусмотрены

7. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

7. 1. Вопросы для самостоятельного изучения

1. Операторы преобразования переменных
2. Классы моделей
3. Способы построения моделей
4. Особенности структурных моделей систем управления
5. Линейные модели и характеристики систем управления
6. Построение временных характеристик
7. Построение частотных характеристик
8. Построение моделей по системе дифференциальных уравнений

9. Построение моделей вход-выход по уравнениям в форме пространства состояний
10. Модели систем управления с раскрытой причинно-следственной структурой
11. Типовые звенья автоматических систем управления
12. Характеристики систем с типовой структурой
13. Неопределенность моделей систем управления
14. Безынерционные нелинейные элементы
15. Динамические нелинейные элементы
16. Нелинейные модели с раскрытой структурой

Самостоятельная работа по данной дисциплине представлена в виде тем, к которым студенты самостоятельно в неаудиторное время подготавливают доклады, рефераты и презентации, которые защищают их перед лектором.

Таблица 5

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Операторы преобразования переменных
2	Классы моделей
3	Способы построения моделей
4	Особенности структурных моделей систем управления
5	Линейные модели и характеристики систем управления
6	Построение временных характеристик
7	Построение частотных характеристик
8	Построение моделей по системе дифференциальных уравнений
9	Построение моделей вход-выход по уравнениям в форме пространства состояний
10	Модели систем управления с раскрытой причинно-следственной структурой
11	Типовые звенья автоматических систем управления
12	Характеристики систем с типовой структурой
13	Неопределенность моделей систем управления
14	Безынерционные нелинейные элементы
15	Динамические нелинейные элементы
16	Нелинейные модели с раскрытой структурой

7.2. Рекомендуемая литература

1. Моделирование систем: учебное пособие/И.А. Елизаров, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе, А.А. Третьяков. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 136 с. **(имеется в библиотеке и на кафедре)**
2. Моделирование систем: практикум: учебное пособие/Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. -4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 295 с. **(имеется в библиотеке и на кафедре)**
3. Моделирование систем и процессов: учебное пособие/Н.Г. Чикуров. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2015. – 398 с. **(имеется в библиотеке и на кафедре)**

8. Оценочные средства

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем преподавателя) выполнения лабораторной работы,
- взаимного рецензирования обучающимися работ друг друга,
- анализа подготовленных обучающимися рефератов,
- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий, защите отчетов по лабораторным работам и во время экзамена (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

7 семестр

8.1. Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Основные понятия о моделировании объектов управления.
2. Понятия математической модели (ММ).
3. Классификация ММ.
4. Методы построения ММ.
5. Методы идентификации экспериментальных моделей.
6. Теоретический метод разработки детерминированных моделей статики и динамики.
7. Примеры моделирования объектов регулирования.
8. Моделирование гидравлической емкости, емкости с учетом влияния уровня жидкости в ней на расход.
9. Пример на совместное использование уравнений материального и теплового балансов.

10. Моделирование объекта 2-го порядка на примере объекта, состоящего из 2-х последовательно соединенных резервуаров.
11. Экспериментально-аналитический метод разработки ММ статики и динамики методом активного эксперимента.
12. Получение ММ статики.
13. Графическая и аналитическая линеаризация.
14. Экспериментальное получение статических характеристик и их обработка.
15. Получение ММ динамики.
16. Упрощенная обработка экспериментальных данных.
17. Оценивание коэффициентов дифф. уравнения объекта 2-го порядка по переходной функции методом наименьших квадратов.
18. Оценка параметров динамической модели с использованием методов оптимизации.
19. Теоретический метод разработки ММ автоматической системы регулирования (АСР).
20. ММ элементов АСР- измерительных устройств, регуляторов, исполнительных механизмов и регулирующих органов.
21. Моделирование АСР температурного режима реактора периодического действия.

8.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Экспериментально-аналитический метод разработки модели АСР.
2. Моделирование АСР с ПИ-регулятором на объекте с самовыравниванием.
3. Моделирование АСР с ПИ-регулятором на объекте без самовыравнивания.
4. Моделирование АСР с ПИ-регулятором на объекте с самовыравниванием и инерционным клапаном.
5. Экспериментальные методы разработки стохастических моделей статики.
6. Пассивный метод идентификации параметров ММ.
7. Линейная регрессия от одного параметра.
8. Статический анализ результатов с помощью критерия Стьюдента и Фишера.
9. Параболическая регрессия от одного параметра.
10. Активный метод идентификации параметров ММ.
11. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).
12. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ).
13. Моделирование нестационарных стохастических объектов управления.
14. Рекуррентный МНК (алгоритм Качмажа).

15. Блок-схема алгоритма идентификации параметров линейной регрессионной модели.

Образец билета по аттестации:

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ*

БИЛЕТ № 9 по 1-й аттестации

Дисциплина **МСиП**

Институт _____ профиль _____ семестр _____

1. Оценка параметров динамической модели с использованием методов оптимизации.
2. Теоретический метод разработки ММ автоматической системы регулирования (АСР).

« _____ » _____ 20__ г.

Преподаватель _____

8.3. Вопросы к экзамену

1. Основные понятия о моделировании объектов управления.
2. Понятия математической модели (ММ).
3. Классификация ММ.
4. Методы построения ММ.
5. Методы идентификации экспериментальных моделей.
6. Теоретический метод разработки детерминированных моделей статики и динамики.
7. Примеры моделирования объектов регулирования.
8. Моделирование гидравлической емкости, емкости с учетом влияния уровня жидкости в ней на расход.
9. Пример на совместное использование уравнений материального и теплового балансов.
10. Моделирование объекта 2-го порядка. На примере объекта, состоящего из 2-х последовательно соединенных резервуаров.
11. Экспериментально-аналитический метод разработки ММ статики и динамики методом активного эксперимента.
12. Получение ММ статики.

13. Графическая и аналитическая линеаризация.
14. Экспериментальное получение статических характеристик и их обработка.
15. Получение ММ динамики.
16. Упрощенная обработка экспериментальных данных.
17. Оценивание коэффициентов дифф. уравнения объекта 2-го порядка по переходной функции методом наименьших квадратов.
18. Оценка параметров динамической модели с использованием методов оптимизации.
19. Теоретический метод разработки ММ автоматической системы регулирования (АСР).
20. ММ элементов АСР- измерительных устройств, регуляторов, исполнительных механизмов и регулирующих органов.
21. Моделирование АСР температурного режима реактора периодического действия.
22. Экспериментально-аналитический метод разработки модели АСР.
23. Моделирование АСР с ПИ-регулятором на объекте с самовыравниванием.
24. Моделирование АСР с ПИ-регулятором на объекте без самовыравнивания.
25. Моделирование АСР с ПИ-регулятором на объекте с самовыравниванием и инерционным клапаном.
26. Экспериментальные методы разработки стохастических моделей статики.
27. Пассивный метод идентификации параметров ММ.
28. Линейная регрессия от одного параметра.
29. Статический анализ результатов с помощью критерия Стьюдента и Фишера.
30. Параболическая регрессия от одного параметра.
31. Активный метод идентификации параметров ММ.
32. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).
33. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ).
34. Моделирование нестационарных стохастических объектов управления.
35. Рекуррентный МНК (алгоритм Качмажа).

Образец билета по экзамену:

*ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ*

БИЛЕТ № 9

Дисциплина **МСиП**

Институт _____ профиль _____ семестр _____

1. Оценка параметров динамической модели с использованием методов оптимизации.
2. Теоретический метод разработки ММ автоматической системы регулирования (АСР).

« _____ » _____ 20__ г. Преподаватель _____

Пример выполнения лабораторной работы «Исследование линейной стационарной динамической системы в среде MATLAB»

Цель работы

Освоение методов анализа одномерной линейной непрерывной системы с помощью среды MATLAB

Порядок работы

1. Запустить среду MATLAB.
2. Ввести передаточную функцию как объект **tf** (коэффициенты полиномов передаточной функции вводятся в соответствии с вариантом (табл.2), определяемом преподавателем).

> A = [a4 a3 a2 a1 a0]

> B = [b2 b1 b0]

> F=tf (B, A)

Таблица вариантов

Таблица 2

№	Вид передаточной функции	Коэффициенты полиномов							
		b2	b1	b0	a4	a3	a2	a1	a0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$W(s) = \frac{b_2s^2 + b_1s + b_0}{a_4s^4 + a_3s^3 + a_2s^2 + a_1s + a_0}$	1	2	2	1	3	4	5	3
2		1	3	1	2	2	4	2	1
3		1	2	1	1	3	5	4	3
4		1	0	1	1	2	5	4	3
5		1	2	3	1	3	4	5	2

3. Найдите нули, полюса передаточной функции и коэффициент усиления.

> z=zero (f)

> p=pole (f)

4. Постройте модель исходной системы в форме «нули-полюса»

> f_zpk=zpk (f)

> k=dcgain (f)

5. Постройте модель системы в пространстве состояния.

> f_ss=ss (f)

6. В командном режиме построьте переходную характеристику.

> step (f)

7. В командном режиме построьте импульсную характеристику.

> impulse (f)

8. Постройте логарифмические частотные характеристики (диаграммы Боде).

> bode (f)

9. Постройте амплитудно-фазовую частотную характеристику (частотно-годографа Найквиста).

> nyquist (f)

10. Запустите графическое окно LTI Viewer.

> ltiview

11. Загрузите объект **f**. Для этого в меню File необходимо выбрать пункт Import, а далее выбрать объект **f**.

12. Постройте вышеперечисленные динамические характеристики, используя интерфейс LTI Viewer. По окончании работы с LTI Viewer закройте все окна за исключением командного окна MATLAB.

13. Постройте сигнал, имитирующий прямоугольные импульсы единичной амплитуды с периодом 10 секунд.

```
> [u, t]=gensig ('square',10);
```

14. Выполните моделирование и постройте на графике сигнал выхода системы f при данном входном сигнале $u(t)$.

```
> lsim (f, u, t)
```

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Моделирование систем: учебное пособие/И.А. Елизаров, Ю.Ф. Мартмянов, А.Г. Схиртладзе, А.А. Третьяков. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 136 с. **(имеется в библиотеке и на кафедре).**
2. Моделирование систем и процессов/Чикуров Н.Г.-2015. **(имеется в библиотеке и на кафедре)**

Вспомогательная литература

1. MATLAB. Полный самоучитель/Дьяконов В.-2014. **(имеется в библиотеке и на кафедре)**
2. Моделирование систем учебник для академического бакалавриата/Советов Б.Я.-2015. **(имеется в библиотеке и на кафедре)**
3. Моделирование систем. Практикум/Советов Б.Я.-2015. **(имеется в библиотеке и на кафедре)**

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Моделирование систем и процессов»

При выполнении студентами лабораторного практикума используются технические и программные средства обучения, персональные компьютеры, которые сосредоточены в компьютерных лабораториях кафедры АТПП. (ауд. 4-29, 4-35, 4-37).

Разработчик:

к.т.н., доцент кафедры «АТПШ»



/Хакимов З.Л./

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. кафедрой «АТПШ»



/Хакимов З.Л./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./