

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Мирзия Маркел Шавалови
Должность: Ректор

Дата подписания: 14.11.2023 16:53:18

имени академика М. Д. Миллионщикова

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

«УТВЕРЖДАЮ»



«02» сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Моделирование систем автоматизации»

Направление подготовки

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Квалификация

магистр

Грозный 2021 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина нацелена на изучение методов моделирования, ориентированных на анализ автоматизированных систем (АС). Рассматриваются наиболее известные подходы к моделированию АС: аналитические, вероятностные, сетевые, имитационные. При этом основное внимание уделяется методам моделирования. При рассмотрении инструментальных средств, предпочтение отдано автоматизированным системам моделирования. В результате изучения дисциплины достигаются следующие цели:

- освоение перечисленных подходов к построению моделей АС и методов их анализа;
- приобретение навыков самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины и решения типовых задач построения и анализа моделей;
- приобретение навыков работы в современных автоматизированных системах моделирования;
- приобретение навыков комплексного использования методов моделирования при анализе характеристик АС;
- усвоение базовых знаний в области моделирования АС и формирование у студентов мотивации к самообразованию и познавательной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование систем автоматизации» относится к блоку 1 части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы по специальности 15.04.04. «Автоматизация технологических процессов и производств».

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины «Моделирование систем автоматизации»: «Математическое моделирование с применением программы MATLAB», «Нелинейные системы управления», «Системы автоматического управления».

Перечень последующих дисциплин, для которых данная дисциплина является предшествующей: SCADA системы в автоматизированном производстве, Системы числового программного управления.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Общепрофессиональные		
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;	ОПК-5.1. Разрабатывает аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;	<p>Знать: цели и методы моделирования, применяемые при проектировании АС; методы математического моделирования (вероятностные модели, сетевые модели, аналитические и имитационные модели и методы).</p> <p>Уметь: формировать цели и критерии моделирования для конкретной АС; выбирать методы моделирования в зависимости от состава анализируемых характеристик; представлять функционирование АС совокупностью параллельных взаимодействующих процессов; разрабатывать модель с помощью инструментальных средств для соответствующих методов моделирования; осуществлять анализ и интерпретацию результатов моделирования и принятие решений по изменению модели.</p> <p>Владеть: математическим аппаратом решения задач анализа при использовании сетевых методов моделирования; методами и средствами разработки и оформления документации по результатам моделирования.</p>
ПК-1 Способен проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления	ПК-1.1. Проводит математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований	

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/зач.ед.		семестр	
	ОФО	ЗФО	3	3
			ОФО	ЗФО
Контактная работа (всего)	48/1,33	12/0,33	48/1,33	12/0,33
В том числе:				
Лекционные занятия	16/0,44	6/0,16	16/0,44	6/0,16
Практические занятия	32/0,88	6/0,16	32/0,88	6/0,16
Семинары				
Лабораторные занятия				
Самостоятельная работа (всего)	60/1,66	96/2,66	60/1,66	96/2,66
В том числе:				
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к практическим занятиям	20/0,55	40/1,11	20/0,55	40/1,11
Темы для самостоятельного изучения	30/0,83	40/1,11	30/0,83	40/1,11
Подготовка к зачету/экзамену	10/0,27	16/0,44	10/0,27	16/0,44
Вид отчетности	зачет			
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах		108	108
	ВСЕГО в зач. единицах		3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. зан. /часы	Прак. зан /часы	Лекц. зан. /часы	Прак. зан /часы	Всего часов	Всего часов			
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО					
Семестр 3										
Модуль 1										
1	Математическое моделирование систем управления	8	16	2	2	24	4			
Модуль 2										
2	Линейные модели и характеристики систем управления	8	16	4	4	24	4			
ИТОГО:		16	32	6	6	48	12			

5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий
Семестр 3		
Модуль 1		
1	Математическое моделирование систем управления	Операторы преобразования переменных. Классы моделей. Способы построения моделей. Особенности структурных моделей систем управления. Модели вход-выход. Построение временных характеристик.
Модуль 2		
2	Линейные модели и характеристики систем управления	Построение частотных характеристик. Построение моделей по системе дифференциальных уравнений. Построение моделей вход-выход по уравнениям в форме пространства состояний. Модели систем управления с раскрытым причинно-следственной структурой. Типовые звенья автоматических систем управления. Характеристики систем с типовой структурой. Неопределенность моделей систем управления.

5.3. Практические занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических занятий
Семестр 3 (ОФО и ЗФО)		
1	Основные элементы языка программирования и визуализация расчетов в системе MATLAB	Изучение основ интерактивной компьютерной среды MATLAB
		Моделирование систем управления с помощью MATLAB
		Анализ моделей в переменных состояния с помощью MATLAB. Пример синтеза с продолжением: система чтения информации с диска
Семестр 4 (ОФО и ЗФО)		
2	Применение функций операционного исчисления для исследования	Характеристики систем управления с обратной связью.
		Анализ качества систем управления с помощью MATLAB. Пример синтеза с продолжением: система чтения информации с диска.

	линейных динамических систем в системе MATLAB	<p>Анализ устойчивости линейных систем управления с обратной связью с помощью MATLAB. Пример синтеза с продолжением: система чтения информации с диска.</p> <p>Анализ систем автоматического управления методом корневого годографа. Пример синтеза с продолжением: система чтения информации с диска.</p> <p>Метод частотных характеристик. Пример синтеза с продолжением: система чтения информации с диска.</p> <p>Анализ устойчивости методом частотных характеристик. Пример синтеза с продолжением: система чтения информации с диска.</p>
--	--	--

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Самостоятельная работа включает: повторение студентом изложенного на лекциях и практических занятиях учебного материала, решение индивидуальных домашних задач, подготовку к контрольному опросу и экзамену.

Самостоятельная работа, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- анализе теоретических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей;
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучении теоретического материала к практическим занятиям;
- подготовка рефератов и презентационного материала к нему;
- подготовке к зачету.

Самостоятельная работа по данной дисциплине представлена в виде тем, к которым магистранты самостоятельно готовятся в неаудиторное время.

6.1. Темы для самостоятельного изучения

- Преобразование Лапласа
- Моделирование системы управления в среде Simulink. Необходимо провести моделирование системы управления и получить переходные процессы, подтверждающие расчетные показатели качества системы.
- Решение оптимизационной задачи с помощью пакета Nonlinear Control Design Blockset.

- MatLab как научный калькулятор.
- Программирование в среде MatLAB.
- Цифровая обработка сигналов (пакет Signal Processing Toolbox).
- Исследование линейных стационарных систем (пакет CONTROL Toolbox).
- Моделирование нелинейных систем (пакет SimuLink).

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов

1. Суркова Л.Е. Моделирование систем автоматизации и управления технологическими процессами: практикум / Суркова Л.Е., Мокрова Н.В. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 46 с. — ISBN 978-5-4487-0496-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/82692.html>

2. Агравал, Г.П. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: Учебное пособие / Г.П. Агравал. - СПб.: Лань, 2013. - 208 с.

3. Елизаров И. А., Мартемьянов Ю. Ф., Схиртладзе А. Г., Третьяков А.А. Моделирование систем: учебное пособие / Елизаров И. А., Мартемьянов Ю. Ф., Схиртладзе А. Г., Третьяков А.А. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 136 стр.

7. Оценочные средства

Текущий контроль

7.1. Вопросы к зачету 3 семестр ОФО, ЗФО:

1. Операторы преобразования переменных.
2. Классы моделей.
3. Способы построения моделей.
4. Особенности структурных моделей систем управления.
5. Модели вход-выход.
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 раскрытым причинно-следственной структурой.
11. Типовые звенья автоматических систем управления.
12. Характеристики систем с типовой структурой.

13. Неопределенность моделей систем управления.
14. Алфавит языка программирования.
15. Арифметические и логические операторы.
16. Выполнение основных операций над матрицами и векторами.
17. Информативные сведения о матрицах, векторах и числах.
18. Специальные функции.
19. 2-D графика в MATLAB.
20. Графические построения.
21. Совмещение трех и более графиков, график в декартовой системе координат, формирование пояснений к графику.
22. Элементы программирования в MATLAB.
23. Описание формата M-функции.
24. Оператор цикла с неопределенным числом операций - **while . . . end**.
25. Пространственное распределение вероятностей Гаусса.
26. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MATLAB и уравнений с заданной точностью и с параметрами.
27. Создание символьных переменных и массивов.
28. Графические построения символьных функций.
29. Передаточные функции.
30. Передаточные функции многомерных систем.
31. Построение переходных и импульсных характеристик систем, заданных передаточными функциями.
32. Функции ss, initial, dss, lsim, системы MATLAB.
33. Формирование модели непрерывной системы управления в явной форме Коши - ss.
34. Формирование модели непрерывной системы управления в неявной форме Коши - **dss**.
35. Различные формы представления линейных моделей динамических систем управления.
36. Анализ динамических свойств исходных и преобразованных моделей.
37. Применение функций системы MATLAB для анализа переходных характеристик линейных динамических систем.

7.2. Образец билета к зачету:

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Д.МИЛЛИОННИКОВА**

Институт Энергетики

Дисциплина: Моделирование систем автоматизации

Направление: 15.04.04. Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль: "Автоматизация технологических процессов и производств "

Семестр 3

БИЛЕТ № 7

1. Создание символьных переменных и массивов.
2. Графические построения символьных функций.

УТВЕРЖДЕНО:

зав. кафедрой на заседании кафедры АТПП

протокол № _____ от _____

/З.Л. Хакимов/

7.3. Пример выполнения практической работы

Цель работы: Познакомиться с понятием состояния и понятием переменных состояния системы. Провести преобразование одного вида модели системы (передаточная функция) в другой (уравнение состояния) и вычислить переходную матрицу состояния. Разработать модель в переменных состояниях для системы чтения информации с диска.

Порядок выполнения работы

Анализ моделей в переменных состояния с помощью MATLAB.

Анализ систем управления во временной области предполагает задание ее модели в пространстве состояний:

$$\dot{x} = Ax + Bu \text{ и } y = Cx + Du \quad (1)$$

Вектор x характеризует состояние системы, матрица A есть матрица коэффициентов размерности $n \times n$, B — матрица входа размерности $n \times m$, C — матрица выхода размерности $p \times n$, D — матрица обхода размерности $p \times m$. Мы

ограничивается рассмотрением систем с одним входом и одним выходом, поэтому в данном случае $m = p = 1$, а u и y являются скалярными переменными.

Основными элементами модели в пространстве состояний являются вектор x и матрицы (A , B , C , D). Подобное описание как нельзя лучше подходит для использования среды MATLAB, в которой основной рабочей единицей является матрица. В действительности MATLAB охватывает так много различных методов, базирующихся на пространстве состояний, что рассмотреть их все мы просто не имеем возможности.

Если задана передаточная функция, то мы можем получить эквивалентную модель системы в переменных состояния и наоборот. Для этого в MATLAB имеются две функции: функция `ss` позволяет перейти от передаточной функции к представлению системы в пространстве состояний, функция `tf` выполняет обратную задачу.

```
num=[2 8 6]; den=[1 8 16 6];
sys_tf=tf(num,den);
sys_ss=ss(sys_tf)
```

Рис. 1. Преобразование передаточной функции в форму фазовой переменной в пространстве состояний (скрипт MATLAB).

```
>> convert
a =
      x1    x2    x3
x1    -8    -1  -0.1875
x2    16     0     0
x3     0     2     0
b =
      u1
x1   2
x2   0
x3   0
c =
      x1    x2    x3
y1     1   0.25  0.09375
d =
      u1
y1   0
Continuous-time model.
```

Рис. 2. Преобразование передаточной функции в форму фазовой переменной в пространстве состояний (Распечатка результата).

Решение первого из уравнений (1) имеет вид:

$$x(t) = \exp(At)x(0) + \int_0^t \exp[A(t-\tau)]Bu(\tau)d\tau$$

Матричная экспоненциальная функция есть переходная матрица состояния $\Phi(t)$, т.е. $\Phi(t)=\exp(At)$. Для вычисления переходной матрицы состояния при заданном шаге дискретности по времени используется функция *expm*.

```
>> A=[0 -2; 1 -3]; dt=0.2; Phi=expm(A*dt)
Phi =
    0.9671 -0.2968
    0.1484  0.5219
```

Рис. 3. Вычисление переходной матрицы состояния при заданном шаге дискретности $\Delta t = dt$.

Временные характеристики системы можно также получить с помощью функции *lsim*. Эта функция допускает как задание ненулевых начальных условий, так и входной функции. Вычислим реакцию *RLC*-цепи с помощью функции *lsim*.

```
>> A=[0 -2; 1 -3]; B=[2; 0]; C=[1 0]; D=[0];
>> sys=ss(A, B, C, D);
>> x0=[1 1];
>> t=[0:0.01:1];
>> u=0*t;
>> [y,T,x]=lsim(sys,u,t,x0);
>> subplot(211),plot(T,x(:,1));
>> xlabel('Time(s)'),ylabel('X_1')
>> subplot(212),plot(T,x(:,2))
>> xlabel('Time(s)'),ylabel('X_2')
```

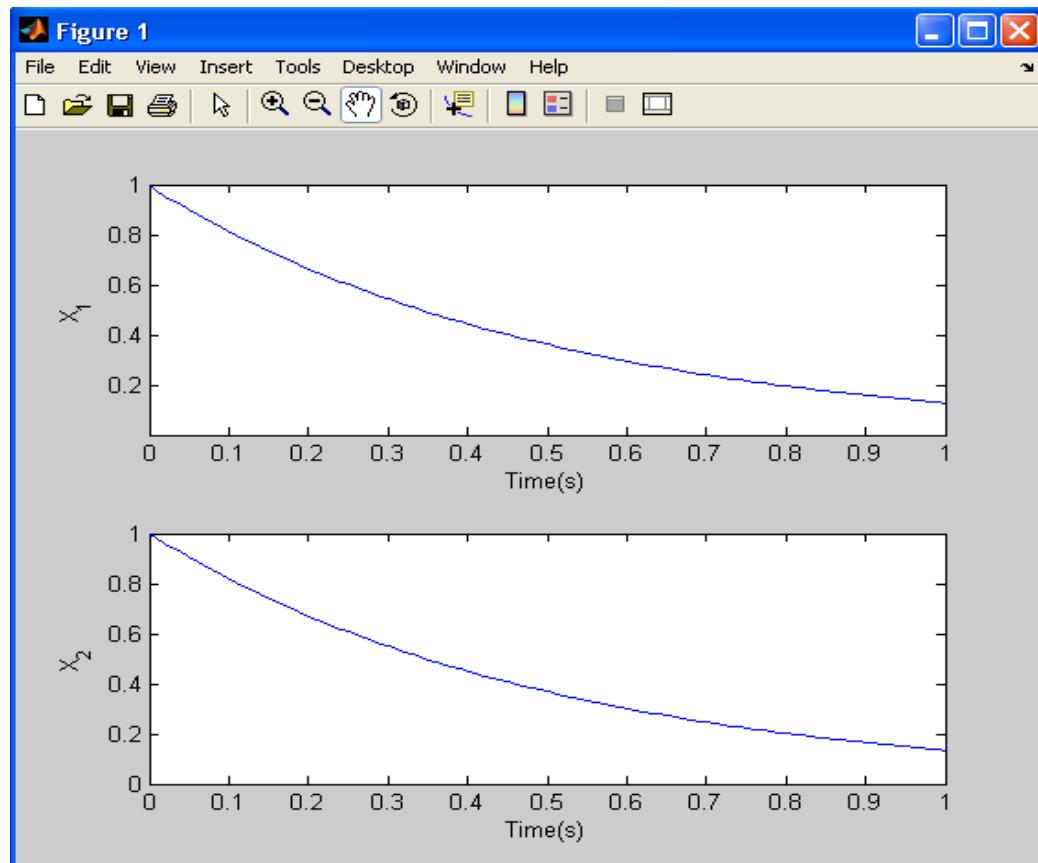


Рис. 4. Вычисление с помощью функции *lsim* временных характеристик при ненулевых начальных условиях и отсутствии входного сигнала.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 5

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
<p>ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;</p> <p>ПК-1 Способен проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления</p>		
<p>Знать: цели и методы моделирования, применяемые при проектировании АС; методы математического моделирования (вероятностные модели, сетевые модели, аналитические и имитационные модели и методы).</p>	Фрагментарные знания Частичные умения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания Сформированные систематические знания Умения полные, допускаются небольшие ошибки Сформированные умения
<p>Уметь: формировать цели и критерии моделирования для конкретной АС; выбирать методы моделирования в зависимости от состава анализируемых характеристик; представлять функционирование АС совокупностью параллельных взаимодействующих процессов; разрабатывать модель с помощью инструментальных средств для соответствующих методов моделирования; осуществлять анализ и интерпретацию результатов моделирования и принятие решений по изменению модели.</p>	Частичное владение навыками Несистематическое применение навыков	Успешное и систематическое применение навыков, допускаются пробелы
<p>Уметь: формировать цели и критерии моделирования для конкретной АС; выбирать методы моделирования в зависимости от состава анализируемых характеристик; представлять функционирование АС совокупностью параллельных взаимодействующих процессов; разрабатывать модель с помощью инструментальных средств для соответствующих методов моделирования; осуществлять анализ и интерпретацию результатов моделирования и принятие решений по изменению модели.</p>		Практические работы Билеты с вопросами

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- для **слепых**: задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- для слабовидящих: обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху**:

- для глухих и слабослышащих: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата**:

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Чикуров Н.Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2015. -398 с.
2. Агравал, Г.П. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: Учебное пособие / Г.П. Агравал. - СПб.: Лань, 2013. - 208 с.
3. Елизаров И. А., Мартемьянов Ю. Ф., Схиртладзе А. Г., Третьяков А.А. Моделирование систем: учебное пособие / Елизаров И. А., Мартемьянов Ю. Ф., Схиртладзе А. Г., Третьяков А.А. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 136 стр.
5. Аттетков, А.В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 270 с.

б) дополнительная литература

1. Авдеев, В. Компьютерное моделирование цифровых устройств / В. Авдеев. - М.: ДМК, 2012. - 360 с.
2. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.В. Голубева. - СПб.: Лань, 2013. - 192 с.
3. Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: Учебное пособие / А.Ю. Ощепков. - СПб.: Лань, 2013. - 208 с.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Дисциплина обеспечена компьютерными классами (4-29, 4-35, 4-37), оснащенными проекторами, интерактивными и магнитно-маркерными досками.

10.1. Материально-техническая база

Программное обеспечение по дисциплине:

1. Matlab Simulink
2. МВТУ

10.2. Помещения для самостоятельной работы.

Учебная аудитория для самостоятельной работы – 4-29, 4-35, 4-37, г. Грозный, Проспект Хусейна Исаева 100.

Аудитории 4-29, 4-35, 4-37 являются компьютерными классами с доступом к сети интернет, оснащенными лицензионным программным обеспечением MS Windows и MS Office.

Разработчик:

доцент каф. «АТПП»



/Хакимов З.Л./

Согласовано:

И.о. зав. кафедрой «АТПП»



/Хакимов З.Л./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./