

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-педагогической работе

А.Б. Бирюков

(подпись)

13 » июля 2020 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б5 Математическое моделирование устройств и систем
(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:

11.04.01 Радиотехника

(код и наименование направления)

Магистерская программа:

Радиотехника

(наименование магистерской программы)

Программа:

магистратура

Форма обучения:

очная

(очная, заочная)

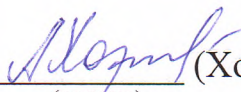
Форма обучения	Очная
Семестр(ы)	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3,0/108
Контактная работа (час.), в том числе:	55
лекции (час.)	34
практические (семинарские) занятия (час.)	0
лабораторные работы (час.)	17
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	21
курсовой проект/работа (семестр)	0
индивидуальное задание (кол.)	0
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36

Донецк, 2020 г.

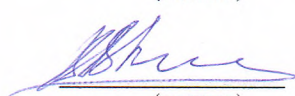
Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование устройств и систем» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника (магистерская программа «Радиотехника») для 2020 года приёма по очной форме обучения.

Составитель:

канд. техн. наук, доц., профессор кафедры
«Автоматика и телекоммуникации»

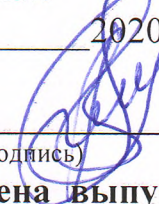
 (Хорхордин А.В.)
(подпись)

доцент кафедры
«Автоматика и телекоммуникации»

 (Климов В.В.)
(подпись)


Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «21» мая 2020 года № 5

Заведующий кафедрой  (Турупалов В.В.)
(подпись) (Ф.И.О.)


Рабочая программа **одобрена выпускающей кафедрой** «Радиотехника и защита информации».

Протокол от «02» июня 2020 года № 10

Заведующий кафедрой  (Паслен В.В.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДОННТУ по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника,

Протокол от «02» июня 2020 года № 5

Председатель  (Паслен В.В.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от « » _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____ (Турупалов В.В.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Радиотехника и защита информации».

Заведующий кафедрой _____ (Паслен В.В.)
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы математического и компьютерного моделирования и оптимизации явлений и процессов, а также методы решения возникающих при этом задач, определяемых характеристикой области и объектами профессиональной деятельности магистранта направления подготовки «Радиотехника».

Целью дисциплины является: освоение студентами методов математического и компьютерного моделирования устройств и систем радиоэлектроники, необходимых для разработки, исследования и эксплуатации современных радиоэлектронных систем, средств связи, приборов, электронных устройств и систем защиты информации. В результате изучения дисциплины студенты должны владеть базовыми основами методологии моделирования и оптимизации в данной предметной области.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение общих принципов моделирования современных радиоэлектронных систем и средств связи, приборов, электронных устройств и систем защиты информации;
- изучение основных принципов и методов оптимизации природных, технологических и социальных процессов;
- формирование умения свободно владеть основными понятиями и методами математического и компьютерного моделирования и оптимизации;
- формирование навыков построения математических моделей реальных объектов и процессов, построения алгоритмов их оптимизации и решения соответствующих математических задач.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать** современные подходы к построению математических и компьютерных моделей устройств и систем радиоэлектроники, электронных устройств и систем защиты информации; традиционные и перспективные методы математического моделирования и оптимизации в современных радиоэлектронных системах;
- **уметь** проводить самостоятельный анализ решаемой задачи, выявлять наиболее проблемные элементы и основные параметры для моделирования, строить алгоритм процесса моделирования, создавать математические модели процессов, явлений и систем, выявлять или внедрять управляемые параметры в разрабатываемую модель, использовать критерии качества и оптимизации различных радиоэлектронных систем и сетей передачи и обработки информации;
- **владеть** навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования; математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов

радиотехники; навыками разработки стратегии и методологии исследования радиотехнических устройств и систем; навыками разработки архитектуры радиотехнических устройств и систем; навыками разработки технологии монтажа и сборки радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- **ПК-1.** Способность самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов;
- **ПК-2.** Способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;
- **ПК-3.** Способность разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования;
- **ПК-7.** Способность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;
- **ПК-8.** Способность проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин уровня бакалаврской подготовки, а также дисциплин «Методология и методы научных исследований», «Информационно-измерительные системы и комплексы», «Основы систем и проектирования РЭС», «Радионавигационные системы и комплексы» и «Современная элементная база РЭС» магистерской программы.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин «Разработка аппаратно-программных радиотехнических устройств», «Радиолокационные системы», при прохождении учебной или производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам и видам занятий

№ темы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1		2	3	4	5	6
1	Введение. Цели и задачи курса. Содержание лекционного материала. Основные понятия и определения.	3	2	0	0	1
2	Классификация видов моделирования и возможности имитационного моделирования. Математические схемы моделирования систем. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы)	12	4	0	5	3
3	Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Конечные автоматы. Возможные приложения F-схем.	6	4	0	0	2
4	Моделирование конечных автоматов. Эквивалентные автоматы. Примеры моделирования.	9	4	0	4	1
5	Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Математическое понятие P-автомата. Возможные приложения P-схем.	6	4	0	0	2
6	Y-детерминированный P-автомат. Z-детерминированный P-автомат. Решение задач на основе P-схем.	3	2	0	0	1
7	Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Возможные приложения Q-схем. Моделирование процессов на базе Q-схем.	8	2	0	4	2
8	Формализация на базе Q-схем. Моделирование систем массового обслуживания.	6	4	0	0	2
9	Сетевые модели (N-схемы). Моделирование процессов функционирования систем на базе N-схем.	8	2	0	4	2
10	Моделирование случайных величин и случайных процессов	4	2	0	0	2
11	Планирование экспериментов	3	2	0	0	1
12	Обработка результатов экспериментов	4	2	0	0	2
Индивидуальное задание		0	0	0	0	0
Курсовая работа (проект)		0	0	0	0	0
Итого по видам занятий		72	34		17	21
Контроль		36				
Итого:		108				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, направленные на формирование компетенции
ПК-1.	Темы 1, 2, 10, 11, 12
ПК-2.	Темы 2-9
ПК-3.	Темы 2, 4, 7, 9, 10
ПК-7.	Темы 1, 3, 8, 12
ПК-8.	Темы 2-9, 12

3.2 Лекции

Тема 1. Введение. Цели и задачи курса. Содержание лекционного материала. Основные понятия и определения теории моделирования

Содержание темы 1: Моделирование как метод научного познания. Использование моделирования при исследовании и проектировании сложных систем. Перспективы развития методов и средств моделирования систем в свете новых информационных технологий

Литература к теме 1: [1, 2, 3]

Тема 2. Классификация видов моделирования и возможности имитационного моделирования. Математические схемы моделирования систем

Содержание темы 2: Принципы системного подхода в моделировании систем. Общая характеристика проблемы моделирования систем. Классификация видов моделирования и возможности имитационного моделирования. Математические схемы моделирования систем. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы)

Литература к теме 2: [1, 2, 3]

Тема 3. Дискретно-детерминированные модели (F-схемы).

Содержание темы 3: Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Конечные автоматы. Формы представления конечных автоматов. Автомат Мили. Автомат Мура. Возможные приложения F-схем.

Литература к теме 3: [1, 2, 3]

Тема 4. Моделирование конечных автоматов

Содержание темы 4: Моделирование конечных автоматов. Состояния и переходы. Условия, операции, события. Эквивалентные автоматы. Примеры моделирования.

Литература к теме 4: [1, 2, 3]

Тема 5. Дискретно-стохастические модели (P-схемы).

Содержание темы 5: Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Математическое понятие P-автомата. Возможные приложения P-схем. Имитационное моделирование P-автомата. Примеры моделирования.

Литература к теме 5: [1, 2, 3]

Тема 6. Y-детерминированный и Z-детерминированный P-автомат

Содержание темы 6: Y-детерминированный и Z-детерминированный P-автомат: определения. Примеры решения задач. Возможные приложения P-схем

Литература к теме 6: [\[1, 2, 3\]](#)

Тема 7. Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы)

Содержание темы 7: Основные соотношения непрерывно-стохастических моделей (Q-схемы). Возможные приложения Q-схем

Литература к теме 7: [\[1, 2, 3\]](#)

Тема 8. Моделирование процессов функционирования систем на базе Q-схем

Содержание темы 8: Формализация на базе Q-схем. Способы построения моделирующих алгоритмов Q-схем. Особенности моделирования на базе Q-схем.

Литература к теме 8: [\[1, 2, 3\]](#)

Тема 9. Сетевые модели (N-схемы)

Содержание темы 9: Основные соотношения сетевых моделей (N-схемы). Возможные приложения N-схем. Моделирование процессов функционирования систем на базе N-схем. Синхронизация событий в N-схемах. Структурный подход на базе N-схем. Моделирование параллельных процессов.

Литература к теме 9: [\[1, 2, 3\]](#)

Тема 10. Моделирование случайных величин и случайных процессов

Содержание темы 10: Законы распределения случайных величин. Равномерное распределение случайной величины как основа генерирования случайных величин с заданным законом распределения. Алгоритмы и примеры генерирования случайных величин. Характеристики случайных процессов. Моделирование случайных процессов.

Литература к теме 10: [\[1, 2, 3\]](#)

Тема 11. Планирование экспериментов

Содержание темы 11: Факторы. Характеристика факторов. Требования к факторам. Выбор уровней варьирования факторов и нулевой. Выбор моделей. Полный факторный эксперимент типа 2^k. Свойства полного факторного эксперимента типа 2^k. Расчет коэффициентов регрессии. Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Дробная реплика. Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты.

Литература к теме 11: [\[1, 2, 3\]](#)

Тема 12. Обработка результатов экспериментов

Содержание темы 12: Аппроксимация экспериментальных данных. Простая линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация данных полиномом по методу наименьших квадратов. Линеаризация экспоненциальных

зависимостей. Коэффициент линейной корреляции. Основы проверки статистических гипотез. Гистограмма распределения. Критерий согласия χ^2 . Проверка гипотез о математическом ожидании. Проверка гипотезы о равенстве двух выборочных средних. Проверка гипотез о равенстве дисперсий двух совокупностей

Литература к теме 12: [1, 2, 3]

3.3 Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очная форма	Литература
1	Непрерывно-детерминированные модели. Моделирование пассивных четырехполюсников	5	[7]
2	Моделирование конечных автоматов	4	[7]
3	Моделирование систем массового обслуживания.	4	[7]
4	Моделирование систем на основе сетевых моделей. Работа с сетями Петри.	4	[7]
Итого:		17	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. Очная форма
1	Изучение лекционного материала	13
2	Подготовка к практическим занятиям	0
3	Подготовка к лабораторным работам	8
4	Выполнение курсового проекта	0
5	Выполнение курсовой работы	0
6	Выполнение индивидуального задания	0
Итого:		21

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект и индивидуальное задание учебным планом не предусмотрены.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- **нулевой уровень:** неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- **минимальный уровень:** даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;

- **пороговый уровень:** даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- **средний уровень:** Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- **продвинутый уровень:** даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- **высокий уровень:** даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- **нулевой уровень:** полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- **минимальный уровень:** слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- **пороговый уровень:** достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- **средний уровень:** в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- **продвинутый уровень:** в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- **высокий уровень:** понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- **нулевой уровень:** не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- **минимальный уровень:** не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- **пороговый уровень:** владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

- **средний уровень:** владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- **продвинутый уровень:** владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- **высокий уровень:** владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- **нулевой уровень:** компетенции не сформированы;

- **минимальный уровень:** значительное количество компетенций не сформировано;

- **пороговый уровень:** все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

- **средний уровень:** все компетенции сформированы на среднем уровне;

- **продвинутый уровень:** все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;

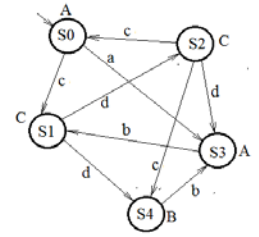
- **высокий уровень:** все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Дайте определение понятию аналогия.
2. Чем занимается теория моделирования?
3. Укажите особенности разработки систем.
4. В чем заключаются особенности использования моделей?
5. В чем заключается отличие аналитических и имитационных методов моделирования?
6. Что характерно для диалоговых систем моделирования?
7. Каким образом строится гибридный вычислительный комплекс?
8. В чем заключается принцип системного подхода?
9. Что является объектом моделирования?
10. Что относится к внешней среде по отношению к модели?
11. Каким образом работает структурный подход при исследовании систем?
12. Каким образом работает функциональный подход при исследовании систем?
13. Как выглядит процесс синтеза модели при классическом подходе?
14. Как выглядит процесс синтеза модели при системном подходе?
15. В чем заключается отличие пассивного и активного экспериментов?
16. Перечислите и разъясните характеристики моделей систем.
17. Как определяют цели моделирования?
18. Укажите особенности детерминированных систем.

19. Укажите особенности стохастических систем.
20. Укажите особенности статических систем.
21. Укажите особенности динамических систем.
22. Укажите особенности дискретных систем.
23. Укажите особенности непрерывных систем.
24. В чем заключается суть имитационного моделирования?
25. Каким обеспечением должна обладать имитационная система?
26. Что представляет собой совокупность входных воздействий на систему?
27. Что представляет собой совокупность выходных характеристик системы?
28. Что представляет собой совокупность возмущающих воздействий на систему?
29. Что представляет собой совокупность внутренних состояний системы?
30. Какие характеристики относятся к эндогенным?
31. Какие характеристики относятся к экзогенным?
32. Что такое выходная траектория?
33. Что подразумевается под законом функционирования системы?
34. Какими особенностями обладают непрерывно-детерминированные модели?
35. Назовите возможные приложения D-схем.
36. Чему посвящена теория автоматов?
37. Какими элементами задается абстрактный автомат?
38. Что такое функция переходов и как она описывается?
39. Что такое функция выходов и как она задается?
40. В чем заключается отличие автоматов с памятью и без памяти?
41. Каким образом задается модель в форме автомата Мура?
42. Каким образом задается модель в форме автомата Мили?
43. В чем заключается отличие синхронных автоматов от асинхронных?
44. Укажите способы задания конечных автоматов?
45. Опишите возможные приложения F-схем.
46. Что такое вероятностный автомат?
47. Каким образом вероятностный автомат учитывает случайную составляющую модели?
48. Что такое Y-детерминированный вероятностный автомат?
49. Что такое Z-детерминированный вероятностный автомат?
50. Как задается вероятностный автомат Мура?
51. Как задается вероятностный автомат Мили?
52. Что такое система массового обслуживания?
53. Как выглядит прибор обслуживания заявок в общем виде?
54. За что отвечает накопитель заявок?
55. Что такое поток событий?
56. В каком случае поток событий называется однородным?
57. В каком случае поток событий называется неоднородным?
58. Какими бывают случайные потоки?
59. Какими могут быть возможные приложения Q-схем?
60. Каким образом производится моделирование процесса управления заявками с использованием N-схем?
61. Что такое синхронизация событий?
62. Как задается начальная маркировка сети Петри?
63. Что такое непримитивные события?
64. За счет чего сети Петри позволяют моделировать параллельные процессы?
65. Перечислите требования пользователя к модели.
66. В каких случаях используется моделирование систем при помощи ЭВМ?
67. Перечислите основные этапы моделирования систем?
68. Каким образом осуществляется переход от описания к блочной модели?
69. Что такое адекватная модель?

70. Как выглядит концептуальная модель?
71. Обоснуйте важность постановки задачи моделирования системы.
72. Почему необходимо выдвижение гипотезы моделирования?
73. Нужно ли обосновывать критерии оценки эффективности моделирования.
74. Поясните методику планирования компьютерных экспериментов
75. Процессы, происходящие в системе S , могут быть представлены следующим графом состояний, в котором буквами a, b, c, d обозначены интенсивности переходов между состояниями. Необходимо рассчитать финальные вероятности пребывания системы в том или ином состоянии, а также вычислить вероятность того, что на выходе системы появляется символ «А» при условии, что $a=0,2$; $b=0,05$; $c=0,1$; $d=0,02$ 1/час
76. Y – детерминированный P – автомат задан матрицей переходов и таблицей выходов



$$P_p = \begin{vmatrix} 0 & 0,40 & 0 & 0 & 0,60 \\ 0,2 & 0 & 0,2 & 0,60 & 0 \\ 0 & 0 & 0,75 & 0 & 0,25 \\ 0 & 0 & 0,40 & 0 & 0,60 \\ 0 & 0,6 & 0 & 0,20 & 0,2 \end{vmatrix}$$

Z	z_0	z_1	z_2	z_3	z_4
Y	0	0	1	1	0

Оценить суммарные финальные вероятности пребывания этого автомата в состоянии z_2 и z_3 , т.е. когда на выходе автомата появляются единицы. Построить граф переходов.

77. Построить граф состояний и матрицу переходных вероятностей следующего случайного процесса: устройство S состоит из двух узлов, каждый из которых в случайный момент времени может выйти из строя, после чего мгновенно начинается ремонт узла, продолжающийся заранее неизвестное случайное время. Возможные состояния системы: 0 – оба узла исправны; 1 – первый узел ремонтируется, второй исправен; 2 – второй узел ремонтируется, первый исправен; 3 – оба узла ремонтируются. Вероятность отказа первого – 0,025, второго – 0,045; вероятности восстановления для них – 0,2 и 0,1 соответственно. Определить финальную вероятность состояния системы, когда оба узла исправны.

78. Построить граф состояний конечного автомата по следующей матрице интенсивностей перехода, пометив ребра этого графа значениями интенсивностей перехода:

$$L = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Напишите систему уравнений Колмогорова для определения вероятностей состояний автомата и вычислите финальные вероятности состояний.

79. Конечный автомат характеризуется следующей матрицей переходных вероятностей за один такт.

$$P = \begin{vmatrix} 0 & 0,1 & 0,2 & 0,7 \\ 0,2 & 0 & 0,72 & 0,08 \\ 0 & 0,5 & 0 & 0,5 \\ 0,2 & 0,2 & 0,6 & 0 \end{vmatrix}$$

Постройте граф состояний автомата, пометив ребра графа переходными вероятностями. Определите, каким будет распределение вероятностей состояний конечного автомата через три такта, если начальное распределение вероятностей $p_0 = [1 \ 0 \ 0 \ 0]$? Вычислите финальное распределение вероятностей состояний этого конечного автомата.

80. Рассматриваются следующие состояния телефона-автомата: телефон свободен, телефон занят и нет очереди, телефон занят и в очереди один человек. Предполагается, что вторым в очередь никто не встает, предпочитая искать другой телефон. В каждую минуту с вероятностью 0,1 может подойти один человек (больше одного подойти не может), а с вероятностью 0,2 разговор в данную минуту заканчивается. С какой вероятностью через 3 минуты в очереди будет один человек, если в настоящий момент времени телефон свободен? (Для решения задачи используется модель в виде Р-схемы).

Пример экзаменационного билета

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Образовательный уровень – МАГИСТР

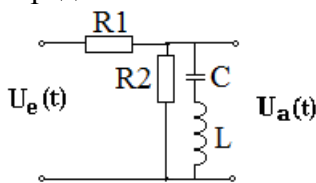
Направление подготовки 11.04.01 «Радиотехника»

Семестр 2

Учебная дисциплина – Математическое моделирование устройств и систем

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Для четырехполюсника, представленного на рисунке, запишите дифференциальное уравнение (D-схема модели объекта) и представьте структурную схему для моделирования процессов в этом четырехполюснике средствами Matlab/Simulink



2. Моделирование случайных чисел. Необходимо получить случайные числа η_i , распределенные по закону Релея. У таких случайных чисел плотность распределения вероятности и интегральная функция вероятности имеют, соответственно, вид:

$$f_{\eta}(y) = \frac{y}{\sigma^2} e^{\frac{-y^2}{2\sigma^2}}, \quad y \geq 0, \quad \sigma^2 = 2,25.$$

$$F_{\eta}(y) = 1 - e^{\frac{-y^2}{2\sigma^2}}, \quad y \geq 0.$$

Случайные числа η_i следует получить путем преобразования равномерно распределенных в интервале $[0,1]$ случайных чисел. Необходимо сгенерировать не менее 5 случайных чисел. Подробно опишите последовательность действий при выполнении этого задания. Функцией, обратной интегральной функции вероятности, является $\eta_i = \sigma \sqrt{-2 \ln(1 - y_i)}$.

3 Рассматривается модель распространения радиоволн Okumura-Hata.

$$P_{rHata} = P_t - 69,55 - 26,16 \lg\left(\frac{f}{f_0}\right) - \left(44,9 - 6,55 \lg\frac{h_t}{h_0}\right) \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) + 13,82 \lg\left(\frac{h_t}{h_0}\right) + \\ + \left(1,11 \lg\left(\frac{f}{f_0}\right) - 0,7\right) \cdot h_r - \left(1,56 \lg\left(\frac{f}{f_0}\right) - 0,8\right).$$

Ограничения модели: диапазон рабочих частот: $f = 150-1500$ МГц;
высота подъема антенны БС: $h_t = 30-200$ м;
высота подъема антенны МС: $h_r = 1-10$ м;

расстояние между БС и МС: $r = 1\text{--}20$ км.

f_0 – нормирующая частота, $f_0 = 1$ МГц;

λ_0 – нормирующая длина волны, $\lambda_0 = 1$ м;

h_0 – нормирующая высота, $h_0 = 1$ м;

r_0 – нормирующее расстояние между БС и МС, $r_0 = 1$ км

Пусть $P_t = 100$ мВт; $f = 900$ МГц; $h_t = 60 \pm 10$ м; $h_r = 10 \pm 3$ м; $r = 5 \pm 0,5$ км.

Вычислите коэффициенты линейной регрессии по результатам таблицы планирования экспериментов, представленной ниже. Составьте план полуреплики и пересчитайте коэффициенты регрессии. Сравните с предыдущими результатами. Сделайте выводы.

№ эксперимента	x_1	x_2	x_3	P_{rHata}
1	1	1	1	68
2	-1	1	1	62
3	1	-1	1	38
4	-1	-1	1	32
5	1	1	-1	74
6	-1	1	-1	68
7	1	-1	-1	42
8	-1	-1	-1	38

Утверждено на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций

Протокол № 3 от « 20 » февраля 2020 года

Заведующий кафедрой _____ Турупалов В.В. Экзаменатор _____ Хорхордин А.В.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Математическое моделирование устройств и систем»
для обучающихся по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника»

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 задачи, каждая из которых требует конкретного ответа. Представление решения задач должно позволять проверяющему проследить последовательность решения и в случае ошибок оценить долю правильного решения. При необходимости экзаменуемый может или должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком).

Задачи охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе лабораторных работ.

Правильное решение задачи оценивается в двадцать баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в десять баллов. При отсутствии решения задачи обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются, и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин,

протокол № ____ от ____ . ____ . 20 ____ г.

Заведующий кафедрой _____ Турупалов В.В..

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины

«Математические модели устройств и систем» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам выполнения лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	10	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	5	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	40	Из расчёта проведения четырех лабораторных работ. Оценивается каждая работа.
ИТОГО:	40	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 3 задачи, подобранные в экзаменационном билете таким образом, что они охватывают большую часть теоретических вопросов данной дисциплины. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное половине от максимального. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Задача 1	20
	Задача 2	20
	Задача 3	20
ИТОГО		60

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и решения задач экзаменационного билета.
Максимально возможное количество баллов – 100.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

Тема «Моделирование конечных автоматов»

1. Каким образом моделируются состояния и переходы конечного автомата?
2. Как можно приписать действия, выполняемые автоматом при входе в какое-либо состояние? При выходе из него?
3. Какие действия можно «связать» с переходом автомата из одного состояния в другое?
4. Как моделируется условный переход?
5. В какой последовательности обрабатываются условия перехода, если их несколько?
6. Как может быть учтен фактор времени при моделировании конечного автомата?
7. Какими средствами обеспечивается работа синхронного конечного автомата? Как синхронизируется автомат?
8. Каким образом создаются внешние входы и выходы автомата для связи со средой моделирования?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в

результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Берестова, С. А. Математическое моделирование в инженерии [Электронный ресурс] : учебник для вузов / С. А. Берестова, Н. Е. Мисюра, Е. А. Митюшов; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. – 4 Мб. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 1 файл. – Систем. требования: Просмотрщик djvu-файлов. – URL: <http://ed.donntu.org/books/19/cd9299.djvu>

2. Афонин, В. В. Моделирование систем: учебное пособие / В. В. Афонин, С. А. Федосин. – 3-е изд. – Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 269 с. – ISBN 978-5-4497-0333-0. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/89448.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Нерсисянц, А. А. Моделирование инфокоммуникационных систем и сетей связи : учебное пособие по дисциплине «Мультисервисные сети связи» / А. А. Нерсисянц. – Ростов-на-Дону : Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2016. – 115 с. – ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/61300.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

II. Дополнительная литература

4. Зариковская, Н. В. Математическое моделирование систем : учебное пособие / Н. В. Зариковская. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 168 с. – ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/72124.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Вершинин, А. С. Моделирование беспроводных систем связи : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / А. С. Вершинин. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 231 с. – ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/72136.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. –

Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. – 271 с. – ISBN 5-89838-126-0. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/7003.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование устройств и систем» для студентов направления подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (магистерская программа «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»), 11.04.01 «Радиотехника» (магистерская программа «Радиотехника»), 10.04.01 «Информационная безопасность» (магистерская программа «Информационная безопасность») очной и заочной форм обучения/ ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций; сост.: А.В.Хорхордин, И.П.Долгих – Донецк: ДОННТУ, 2020. – 79 с. Текст : электронный // Электронный каталог Научно-технической библиотеки Донецкого национального технического университета (доступ через личный кабинет студента).

8. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Математическое моделирование устройств и систем" [Электронный ресурс] : для магистрантов направления подготовки 11.04.01 "Радиотехника" : (магистерская программа "Радиотехника" всех форм обучения) / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. автоматики и телекоммуникаций ; [сост.: А.В. Хорхордин, И.П. Долгих]. - 209 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. Текст : электронный // Электронный каталог Научно-технической библиотеки Донецкого национального технического университета (доступ через личный кабинет студента).

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия

Учебная аудитория № 8.415, учебный корпус 8, для проведения лекционных, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер с выходом в сеть и возможностью подключения к сети «Интернет» (P4-1.7 Ghz); проектор мультимедийный EPSON EMP-X5; экран проекционный ELIT SCREENS M113XWS1; коммутационный шкаф; switch TP- Link; Patchpanel; wi-fi точка доступа. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0)).

Учебная аудитория № 8.806, учебный корпус 8, для проведения лекционных, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональный компьютер с выходом в сеть и возможностью подключения к сети «Интернет» (Солярис); проекционный моторизированный экран Sopar «Electricprof»; колонки Gemix 2,0 дер/пластик. Специализированная мебель: столы, доска стеклянная из трех полотен. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0)).

7.2 Лабораторные занятия

*Специализированная лаборатория инфокоммуникационных технологий и сетей связи № 8. 608, учебный корпус 8, для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональные компьютеры с выходом в сеть (iC DualCore 1.6 Ghz; iPE2140-1.6Ghz; iC DualCore 1.6 Ghz); экран проекционный Sopar 180*180. Лабораторное оборудование: генератор ГЗ-102; генератор Г6-28; частотомер электронносчетный ЧЗ-33; источник питания пост. тока Б5-46; осциллограф универсальный С1-79; стойка приборная ДК 7067; микроскоп МБС-9; мультиметр В 1025; анализатор спектра НР 8753С; анализатор спектра НР 8569В; многофункциональный синтезатор НР 8904А; частотомер НР 5372А; генератор сигналов НР8656В4; стабилизатор ТЭС-15; генератор Г6-28; частотомер универсальный цифровой ЧЗ34; измеритель индукционный емкостной высокочастотный Е12-1; прибор для исследования АЧХ Х1-50; стабилизированный выпрямитель ТВ-1; микролаб КР580ИК80. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия))*

7.3 Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС – Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux – лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox – лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – лицензия GNU GPL.