

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Радиоэлектроника в биотехнических и медицинских аппаратах и системах

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Математическое моделирование биологических процессов и систем**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

(подпись)

Г.В.
Жихарева

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

(подпись)

Г.В.
Жихарева

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В.
Шалимова

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен проводить исследования в области создания биотехнических систем
- ИД-1 Анализирует состояние наикотехнических задач на основе изучения технической литературы в области биотехнических систем
- ИД-2 Выполняет математическое моделирование процессов и объектов биотехнических систем
- ИД-3 Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования для создания биотехнических систем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Моделирование случайных величин с заданной функцией корреляции (Контрольная работа)
2. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения (Контрольная работа)

Форма реализации: Выполнение задания

1. АР-модели ЭЭГ-сигналов (Расчетно-графическая работа)
2. Индивидуальное задание по имитационному моделированию (Домашнее задание)

Форма реализации: Защита задания

1. Защита практических заданий по алгоритмическим моделям биологических процессов и систем (Отчет)
2. Защита практических заданий по аналитическим моделям биологических процессов и систем (Отчет)

Форма реализации: Письменная работа

1. Индивидуальное задание по классификации моделей (Домашнее задание)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	4	8	12	13	15	9	14
Классификация моделей								
Классификация моделей		+						

Аналитические модели							
Аналитические модели		+					
Алгоритмические модели							
Алгоритмические модели			+	+			
Имитационное моделирование							
Имитационное моделирование					+		
Моделирование случайных событий и процессов							
Моделирование случайных событий и процессов						+	+
Вес КМ:	10	10	10	15	15	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 _{ПК-1} Анализирует состояние науднотехннческих задач на основе изучения техннческой лнтературы в области бнотехннческих систем	Знать: основные виды и свойства моделей бнологнческих процессов и систем Уметь: анализировать состояние наудно-техннческих задач в области моделирования бнологнческих процессов и бнотехннческих систем	Индивидуальное задание по классификации моделей (Домашнее задание) Индивидуальное задание по имитационному моделированию (Домашнее задание)
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Выполняет математнческое моделирование процессов и объектов бнотехннческих систем	Знать: аналнтические модели бнологнческих процессов и систем Уметь: проводнть моделирование случайных событий (величнн) и случайных процессов	Защита практнческих заданий по аналнтическим моделям бнологнческих процессов и систем (Отчет) Моделирование случайных величнн с заданным законом распределения (Контрольная работа) Моделирование случайных величнн с заданной функцией корреляции (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-3 _{ПК-1} Разрабатывает алгорнтмы и проводит исследование для создания бнотехннческих систем	Знать: алгорнтмнческие модели процессов и систем, порождающих бномеднцинские сигналы Уметь:	Защита практнческих заданий по алгорнтмнческим моделям бнологнческих процессов и систем (Отчет) АР-модели ЭЭГ-снгалов (Расчетно-графнческая работа)

		проводить исследования биологических процессов и систем путем построения и анализа моделей	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Индивидуальное задание по классификации моделей

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение и защита индивидуального домашнего задания

Краткое содержание задания:

Выберите модель, используемую Вами в научно-исследовательской работе, и проведите ее классификацию по различным фасетам.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные виды и свойства моделей биологических процессов и систем	<ol style="list-style-type: none">1. К какому типу относится Ваша модель по способу построения? Обоснуйте ответ.2. К какому типу относится Ваша модель по принципам построения? Обоснуйте ответ.3. К какому типу относится Ваша модель по способу представления объекта? Обоснуйте ответ.4. К какому типу относится Ваша модель по способу представления объекта? Обоснуйте ответ.5. Является ли Ваша модель непрерывной или дискретной? Поясните ответ.6. Является ли Ваша модель линейной или нелинейной? Поясните ответ.7. Является ли Ваша модель сосредоточенной или распределенной? Поясните ответ.8. Является ли Ваша модель статической или динамической? Поясните ответ.9. Является ли Ваша модель детерминированной или стохастической? Поясните ответ.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно, даны правильные ответы на вопросы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для выполнения задания, даны преимущественно правильные ответы на вопросы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено, даны преимущественно правильные ответы на вопросы

КМ-2. Защита практических заданий по аналитическим моделям биологических процессов и систем

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Отчет

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Устный опрос по отчетам заданий, выполненных в рамках практических занятий

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы преподавателя

Контрольные вопросы/задания:

Знать: аналитические модели биологических процессов и систем	<ol style="list-style-type: none">1.Перечислите математические модели роста популяции, назовите их особенности.2.Для каких биологических процессов и систем актуально моделирование с помощью дискретных дифференциальных уравнений?3.Перечислите типы моделей взаимодействия двух популяций. Как в зависимости от параметров меняется вид взаимодействия. Приведите примеры различных видов взаимодействий из живой природы4.Что такое стационарное состояние?5.Каким образом можно определить устойчивость стационарного состояния?6.Перечислите свойства активных распределенных систем. Приведите примеры таких систем.7.Как можно моделировать автоволновые процессы в активной распределенной системе?8.Изобразите фазовый портрет точечной системы для бистабильной среды9.Изобразите фазовый портрет точечной системы для колебательной среды10.Изобразите фазовый портрет точечной системы для возбудимой среды
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно, даны правильные ответы на вопросы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для выполнения задания, даны преимущественно правильные ответы на вопросы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено, даны преимущественно правильные ответы на вопросы

КМ-3. Защита практических заданий по алгоритмическим моделям биологических процессов и систем

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Отчет

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Устный опрос по отчетам заданий, выполненных в рамках практических занятий

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы преподавателя

Контрольные вопросы/задания:

Знать: алгоритмические модели процессов и систем, порождающих биомедицинские сигналы	<ol style="list-style-type: none">1. Сформулируйте алгоритм определения параметров авторегрессионной модели ЭЭГ-сигнала2. Сформулируйте алгоритм моделирования типовых ритмов ЭЭГ-сигнала3. Какими параметрами характеризуется авторегрессионная модель?4. Сравните автокорреляционный и ковариационный методы определения параметров авторегрессионной модели.5. Каким образом можно определить оптимальный порядок АР-модели?6. Сформулируйте алгоритм моделирования генерации сигналов электромиограммы, опишите ее параметры в норме.7. Какие параметры модели генерации сигналов электромиограммы нужно варьировать, чтобы получить ЭМГ при нейропатии?8. Какие параметры модели генерации сигналов электромиограммы нужно варьировать, чтобы получить ЭМГ при миопатии?9. Сформулируйте алгоритм моделирования "жизнеподобных" сред с помощью клеточных автоматов.10. Сформулируйте алгоритм моделирования автоволновых процессов с помощью клеточных автоматов.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно, даны правильные ответы на вопросы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для выполнения задания, даны преимущественно правильные ответы на вопросы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено, даны преимущественно правильные ответы на вопросы

КМ-4. AP-модели ЭЭГ-сигналов

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Задание выполняется в письменном виде.

Краткое содержание задания:

Выберите из банка физиологических сигналов Physionet:

<http://www.physionet.org/physiobank/database/eegmidb/> ЭЭГ-сигналы испытуемого под номером, соответствующим номеру в списке группы и выполните пункты расчетного задания.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить исследования биологических процессов и систем путем построения и анализа моделей	<ol style="list-style-type: none">1.Подберите экспериментальные записи, в которых присутствуют альфа- и бета-ритмы.2.Загрузите их в MatLab, выберите сигналы нужных электродов (в которых ожидаются наиболее ярко выраженные альфа- или бета-ритмы)3.Выделите квазистационарные участки этих ЭЭГ-сигналов4.Постройте AP-модели ЭЭГ-сигналов выделенных квазистационарных участков5.Проанализируйте спектральные плотности мощности AP-моделей и определите преобладающие на выделенных участках ЭЭГ-сигналов ритмы
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения заданий

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено

КМ-5. Индивидуальное задание по имитационному моделированию

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Поиск и изучение материалов по заданной теме и подготовка сообщения

Краткое содержание задания:

Выполнить индивидуальное задание по имитационному моделированию

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать состояние научно-технических задач в области моделирования биологических процессов и биотехнических систем	<p>1. Осуществить поиск и изучение материалов по заданной имитационной модели/симулятору/проекту. Список возможных тем: симулятор NEST, симулятор NEURON, система MUSIC, проект Blue Brain, модель мозга Ижикевича, проект GENESIS, проект BRIAN, проект MOOSE, суперкомпьютер Blue Gene, Когнитом</p> <p>2. Подготовить презентацию (7-10 слайдов) Ориентировочная структура доклада:</p> <ul style="list-style-type: none">· История создания модели/симулятора/проекта (кто, где, когда)· Цель создания (зачем)· Принципы работы (каким образом)· Современное состояние/использование (успехи применения)· Перспективы развития· Список использованных источников <p>3. Сделать сообщение по заданной теме на 5-7 минут. Ответить на вопросы аудитории</p>
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно, даны правильные ответы на вопросы

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для выполнения задания, даны преимущественно правильные ответы на вопросы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено, даны преимущественно правильные ответы на вопросы

КМ-6. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнить задание билета контрольной работы. Время выполнения задания - 45 минут

Краткое содержание задания:

Случайная величина имеет плотность вероятности имеет следующего вида:

$$w(z) = \frac{f(z)}{S}, \quad f(z) = [2(z-a) \cdot [1(z-a) - 1(z-b)]], \quad \left(S = \int_a^b f(z) dz \right);$$

где $1(z)$ - функция включения, S - площадь под функцией $f(z)$, $a = 0$, $b = 2$.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: проводить моделирование случайных событий (величин) и случайных процессов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сформировать методом обратных функций последовательность случайных чисел $\{zn\}$ ($n = 1, 2, \dots, 20000$), используя последовательность чисел с равномерным законом распределения 2. Построить на одном графике гистограмму распределения случайных чисел $\{zn\}$ и приведенную (нормированную) к гистограмме плотность вероятности $wn(z)$ 3. Сформировать методом отбора (метод Неймана) последовательность случайных чисел $\{zn\}$ ($n = 1, 2, \dots, 20000$), используя последовательность чисел с равномерным законом распределения $\{xn\}$ ($n = 1, 2, \dots, 20000$) 4. Построить гистограмму распределения случайных чисел $\{zn\}$. Определить КПД формирования методом отбора
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство заданий выполнено, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено

КМ-7. Моделирование случайных величин с заданной функцией корреляции

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

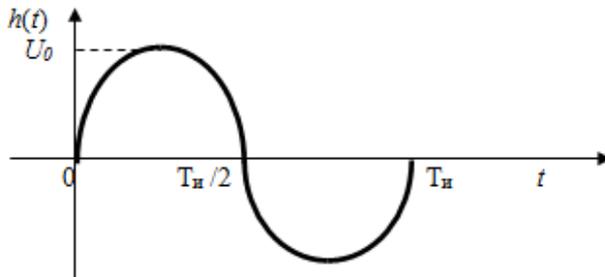
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнить задание билета контрольной работы. Время выполнения задания - 45 минут

Краткое содержание задания:

Задана импульсная характеристика формирующего фильтра $h(t) = U_0 \sin(2\pi t / T_H) [s(t) - s(t - T_H)]$, где $U_0 = 1$ В, $T_2 = T_H = 2e(-4)$ с, $T_1 = T_H = 4e(-3)$ с, $N = 4000$.



Здесь: U_0 - амплитуда импульса, T_2 - длительность импульса,
 $0 \leq t < T_1 = T_H$ - полуинтервал, на котором задан дискретный сигнал (период повторения),
 N - число дискретных отсчетов в указанном полуинтервале;
 $D = T_1 / N$ - шаг дискретизации.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: проводить моделирование случайных событий (величин) и случайных процессов</p>	<p>1. Рассчитать АКФ импульсной характеристики фильтра Bh и построить график Bh в полуинтервале $0 \leq t < T_1$ 2. Рассчитать корреляционную функцию случайного процесса на выходе фильтра R_y и построить график R_y в полуинтервале $0 \leq t < T_1$ 3. Сравнить графики Bh и R_y</p>
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство заданий выполнено, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Модель Винера-Розенблюта: состояния клеточных автоматов в модели, допущения модели, свойства автоволн, длина волны возбуждения, аннигиляция автоволн в активной среде.
2. Алгоритм формирования случайных процессов с заданной функцией корреляции методом линейной фильтрации белого шума с использованием дискретного преобразования Фурье (ДПФ).
3. Случайная величина имеет плотность вероятности имеет следующего вида:

$$w(z) = [\sin(z)] \cdot [1(z) - 1(z - b)],$$

где $1(z)$ - функция включения, $b = \pi/2$.

Записать алгоритм формирования последовательности случайных чисел $\{z_n\}$ методом обратных функций, с использованием последовательности чисел с равномерным законом распределения.

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме по билетам в виде устного ответа на задание билета с использованием подготовленного конспекта ответа. Время на подготовку конспекта ответа – 60 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-1 Анализирует состояние научнотехнических задач на основе изучения технической литературы в области биотехнических систем

Вопросы, задания

1. Модели биологических систем, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями первого порядка: общий вид уравнения, стационарные решения, исследование устойчивости стационарных решений.
2. Имитационное моделирование функций мозга: обзор симуляторов и проектов моделирования
3. Определение и свойства модели. Классификация моделей. Области применения математических моделей

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Биомедицинский сигнал в общем случае является:

Ответы:

- а) детерминированным сигналом
- б) стационарным в узком смысле случайным процессом
- в) стационарным в широком смысле случайным процессом
- г) квазистационарным случайным процессом
- д) нестационарным случайным процессом

Верный ответ: нестационарным случайным процессом

2. Является ли используемая при моделировании случайного процесса базовая последовательность детерминированным процессом?

Ответы:

- а) да
- б) нет

Верный ответ: б) нет

3. Что является основанием при моделировании случайных процессов с заданной функцией корреляции методом линейной фильтрации белого шума?

Ответы:

- а) АКФ импульсной характеристики фильтра совпадает с корреляционной функцией случайного процесса с точностью до постоянного множителя
- б) равенство спектральной плотности мощности случайного процесса и модуля коэффициента передачи фильтра.

Верный ответ: а) АКФ импульсной характеристики фильтра совпадает с корреляционной функцией случайного процесса с точностью до постоянного множителя

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Выполняет математическое моделирование процессов и объектов биотехнических систем

Вопросы, задания

1. На вход линейной цепи поступает белый шум со спектральной плотностью $F0$. Определить функцию корреляции шума на выходе цепи, импульсная характеристика которой имеет следующий вид:

$$h(t) = 2 \cdot t \cdot [1(t) - 1(t - 1)].$$

2. Моделирование с помощью дифференциальных уравнений в частных производных: активные кинетические среды в живых системах и их свойства, автоволновые процессы и их описание системой уравнений типа реакция-диффузия

3. Случайная величина z имеет плотность вероятности следующего вида:

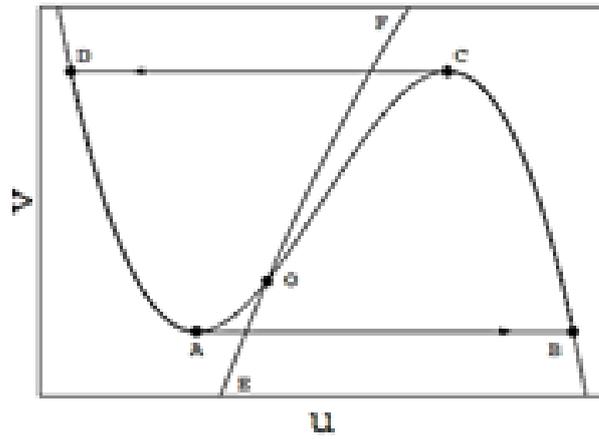
$$w(z) = e^z, \quad z \leq 0.$$

Записать алгоритм формирования методом обратных функций последовательность случайных чисел $\{z_n\}$, используя последовательность чисел с равномерным законом распределения.

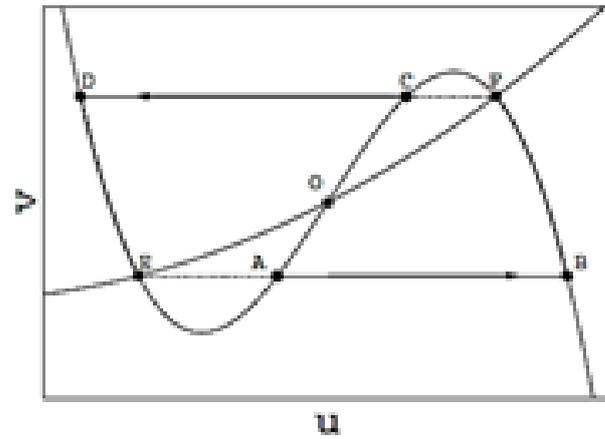
Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите фазовый портрет бистабильной среды

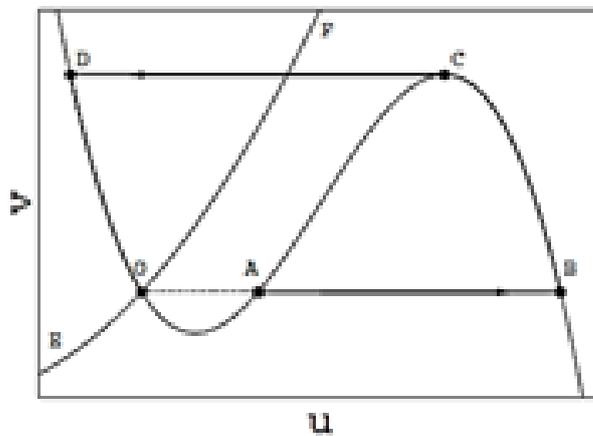
- а)



б)



в)



Ответы:

а)

б)

в)

Верный ответ: б)

2. Выберите модель, описывающую процесс распространения импульсов возбуждения в возбудимых тканях организма:

Ответы:

$$a) \frac{dx(t)}{dt} = rx(t) - bx^2(t)$$

$$б) \frac{dx(t)}{dt} = \frac{rx^2(t)}{b + cx(t)} - dx(t) - px^2(t)$$

$$в) \begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = \varepsilon_x x(t) - \gamma_{xy} x(t)y(t) \\ \frac{dy(t)}{dt} = -\varepsilon_y y(t) + \gamma_{yx} x(t)y(t) \end{cases}$$

$$г) \begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = \varepsilon_x x(t) - \gamma_{xy} x(t)y(t) - \delta_x x^2(t) \\ \frac{dy(t)}{dt} = -\varepsilon_y y(t) + \gamma_{yx} x(t)y(t) - \delta_y y^2(t) \end{cases}$$

$$д) \begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = D \Delta u - u(u - a)(u - 1) - v \\ \frac{\partial v}{\partial t} = \beta u - \gamma v \end{cases}$$

Верный ответ: д)

3. Какой случайный процесс является стационарным процессом в узком смысле?

Ответы:

- а) многомерная плотность вероятности инвариантна во времени
- б) числовые характеристики процесса первого и второго порядка инвариантны во времени

Верный ответ: а) многомерная плотность вероятности инвариантна во времени

4. Есть ли связь между математическим ожиданием и дисперсией у случайного процесса с пуассоновским законом распределения?

Ответы:

- а) математическое ожидание и дисперсия равны
- б) нет связи

Верный ответ: а) математическое ожидание и дисперсия равны

3. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-1 Разрабатывает алгоритмы и проводит исследования для создания биотехнических систем

Вопросы, задания

1. Моделирование точечных процессов: модель генерации электромиограммы, параметры модели, импульсные характеристики двигательных единиц, моделирование электромиограммы при миопатии и нейропатии
2. Алгоритм формирования случайной величины со ступенчатыми плотностями вероятности
3. Авторегрессионное моделирование: разностное уравнение, полюсная передаточная функция, ошибка предсказания
4. Модель ФитцХью-Нагумо: анализ точечной системы, вертикальная и горизонтальная изоклины, исследование устойчивости стационарных решений

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Обобщенная модель линейной системы описывается разностным уравнением

$$y(n) = -\sum_{k=1}^P a_k y(n-k) + G \sum_{l=0}^Q b_l x(n-l)$$

При каких значениях параметров разностное уравнение описывает авторегрессионную модель:

Ответы:

а)

$$a_k = 0, b_l \neq 0, G \neq 0$$

б)

$$a_k = 0, b_l \neq 0, G = 0$$

в)

$$a_k \neq 0, b_l = 0, G \neq 0$$

г)

$$a_k \neq 0, b_l \neq 0, G = 0$$

д)

$$a_k \neq 0, b_l \neq 0, G \neq 0$$

Верный ответ: а)

2. Выберите метод определения параметров АР-модели, применимый к детерминированным сигналам:

Ответы:

- а) метод наименьших квадратов
- б) автокорреляционный метод
- в) ковариационный метод

Верный ответ: а) метод наименьших квадратов

3. Что ограничивает применение метода обратной функции при моделировании случайных последовательностей с заданным законом распределения?

Ответы:

- а) ограничений нет
- б) нет аналитического выражения для обратной функции

Верный ответ: б) нет аналитического выражения для обратной функции

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Все задания билета выполнены преимущественно правильно, при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, продемонстрированы знания материала изученной дисциплины и свободное применение этих знаний для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выполнено практическое задание и даны, в основном, правильные ответы на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допущены при этом принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: В ответах на вопросы экзаменационного билета допущены существенные и даже грубые ошибки, но затем самостоятельно исправлены, а также не выполнено практическое задание из экзаменационного билета, но либо намечен правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решена другая задача из того же раздела дисциплины.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за 2 семестр определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. В приложение к диплому выносится оценка за 2 семестр.