

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
радиофизики
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины
(Корчагин Ю.Э.)

подпись, расшифровка подписи

31.08. 2024



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 Введение в имитационное моделирование

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки: 03.03.03 Радиофизика
2. Профиль подготовки: Радиофизика и электроника
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра радиофизики
6. Составители программы: Зюльков Александр Владимирович, к.ф.м.н., доцент
7. Рекомендована: методическим советом физического факультета прот. №5 от 27.06.2024
8. Учебный год: 2026/2027 Семестр(ы): 6
9. Цели и задачи учебной дисциплины:

освоение методологии имитационного моделирования, ее вероятностного и статистического аспектов. Изучение возможностей графической среды многоподходного имитационного моделирования "Anylogic". Освоение способов построения объектно-ориентированных имитационных моделей простейших телекоммуникационных систем и их компонентов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина по выбору вариативной части блока Б1 учебного плана

Дисциплина опирается на курсы: «Информатика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теоретические основы радиотехники», «Численные методы и математическое моделирование».

Необходимые знания и умения:

Студенты должны **знать**:

- основы теории вероятностей и математической статистики,

- теоретические основы радиотехники,
- основы теории радиоприемных устройств.

Студенты должны **уметь**:

- применять знания, полученные при освоении базовых дисциплин, к новым дисциплинам и областям знания;
- владеть компьютером и современным программным обеспечением на уровне опытного пользователя;
- приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии, в том числе Интернет.

Студенты должны **владеть**:

- навыками работы с операционной системой компьютера;
- базовыми навыками работы с прикладным программным обеспечением;
- способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;
- способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-4	Способен принимать участие в разработке и исследованиях, а также эксплуатировать радиоэлектронные приборы и системы различного назначения	ПК-4.6	Производит моделирование схем отдельных аналоговых электронных блоков, анализирует его результаты	<p>знать: принципы функционирования современных отдельных аналоговых электронных блоков радиофизических систем обработки и передачи информации</p> <p>уметь: разрабатывать, реализовывать и использовать имитационные модели отдельных аналоговых электронных блоков различных современных радиофизических систем обработки и передачи информации</p> <p>владеть: методами имитационного моделирования и статистической обработки его результатов.</p>
ПК-4	Способен принимать участие в разработке и исследованиях, а также эксплуатировать радиоэлектронные приборы и системы различного назначения	ПК-4.12	Применяет знания в области анализа и обработки сигналов для решения профессиональных задач	<p>знать: принципы обработки сигналов, наблюдаемых в смеси с шумами</p> <p>уметь: разрабатывать, реализовывать и использовать имитационные модели различных радиофизических устройств обработки и передачи информации.</p> <p>владеть: методами имитационного модели-</p>

	го назначения			рования обработки сигналов.
ПК-4	Способен принимать участие в разработке и исследованиях, а также эксплуатировать радиоэлектронные приборы и системы различного назначения	ПК-4.13	Понимает принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования	<p>знать: принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования</p> <p>уметь: применять знания принципов работы отдельных устройств, полученные с использованием имитационных моделей, при эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования</p>

12 Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 3/108

Форма промежуточной аттестации *зачет*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		7		
Аудиторные занятия	68	68		
в том числе: лекции	34	34		
практические	34	34		
лабораторные				
Самостоятельная работа	40	40		
Подгот.				
Итого:	108	108		
	<i>зачет</i>	<i>зачет</i>		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Виды имитационных моделей	<i>Цели и задачи курса. Предмет курса. Место моделирования среди различных методов научного познания. Детерминированные, стохастические и хаотические модели. Их ограничения и области применения. Примеры. Постановка задачи имитационного моделирования. Имитационные модели – статические, динамические, непрерывные, дискретные, гибридные. Пример имитационной модели. Достоинства и недостатки имитационного моделирования. Классификация имитационных моделей. Примеры.</i>	-

1.2	Имитационное моделирование в «Anylogic». Основные понятия.	<i>Графическая среда многоподходного объектно-ориентированного имитационного моделирования “Anylogic”. Основные возможности, интерфейс, структура и организация пакета. Основные приемы работы в “Anylogic”. Разработка имитационных моделей непрерывных, дискретных и дискретно-непрерывных систем с использованием различных подходов.</i>	-
1.3	Методы имитационного моделирования	<i>Методологические подходы в имитационном моделировании. Дискретные, непрерывные и комбинированные имитационные модели. Объектная, динамическая и функциональная модели системы. Системная динамика. Динамические системы. Агенты. Способы построения описанных моделей системы. Сравнение различных методологий.</i>	-
1.4	Методологические вопросы разработки и использования моделей. Вероятностный и статистический аспекты	<i>Методы проверки достоверности модели. Вероятностное пространство. Случайные события, величины и процессы. Моделирование случайных событий и величин. Классификация случайных процессов. Моделирование стационарных случайных процессов. Элементы теории потоков. Моделирование ординарных потоков. Компьютерный эксперимент.</i>	--
1.5	Стохастическое моделирование систем	<i>Модели простейших телекоммуникационных систем и их компонентов. Моделирование радиотехнической подсистемы и подсистемы (сети) массового обслуживания систем передачи информации</i>	-
2. Практические занятия			
2.1	Виды имитационных моделей	Ознакомление с возможностями, интерфейсом, редакторами и движком пакета «Anylogic». Изучение примеров различных моделей.	-
2.2	Имитационное моделирование в «Anylogic». Основные понятия.	Основные приемы работы в “Anylogic”. Разработка имитационных моделей непрерывных, дискретных и дискретно-непрерывных систем с использованием различных подходов.	-
2.3	Методы имитационного моделирования	Разработка, отладка и экспериментирование с простейшими моделями систем массового обслуживания. Разработка, отладка и экспериментирование с простейшими моделями оптимальных и квазиоптимальных фильтров для приема сигналов на фоне шумов.	-
2.4	Методологические вопросы разработки и использования моделей.	Проверка достоверности модели. Осуществление компьютерных экспериментов различных типов. Статистическая	-

	Вероятностный и статистический аспекты	обработка результатов эксперимента.	
2.5	Стохастическое моделирование систем	Разработка и верификация дискретно-событийной модели в соответствии с индивидуальным заданием. Разработка и верификация модели приемника сигнала на фоне шума в соответствии с индивидуальным заданием. Компьютерные эксперименты.	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Виды имитационных моделей	8		2	4	14
2	Имитационное моделирование в «Anylogic». Основные понятия.	8		12	8	28
3	Методы имитационного моделирования.	8		12	14	34
4	Методологические вопросы использования моделей	6		4	6	16
5	Стохастическое моделирование систем	4		4	8	16
Итого:		34		34	40	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для обучающихся, кроме прослушивания лекционного курса, желательно изучение методических материалов, составленных специально для углубленного понимания этого курса, а также участие в промежуточных коллоквиумах и контрольных работах.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование – искусство и наука. / Р. Шеннон - М.: Мир, 1978. - 302с.
2. Лоу А.М. Имитационное моделирование / А.М. Лоу, В.Д. Кельтон - Питер, 2004. - 846с.

3. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии / Ю.И. Рыжиков - С.-Петербург. :БХВ-Петербург, 2004. - 530с.
4. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем./ Ю.Г. Карпов - С.-Петербург. :БХВ-Петербург, 2005. - 390с.
5. Соколов А.Н. Однолинейные системы массового обслуживания: учебное пособие / А. Н. Соколов, Н. А. Соколов. – СПб.: Изд-во «Теледом» ГОУВПО СПбГУТ, 2010. – 112 с.
6. Шелухин, О. И. Моделирование информационных систем / О. И. Шелухин, А. М. Тенякшев, А. В. Осин. – М. : Радиотехника, 2005.
7. Даденков, С.А. Имитационное моделирование дискретных информационных систем и сетей в среде AnyLogic : учеб. пособие / С.А. Даденков, Е.Л. Кон. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 315 с.
8. Зюльков А.В. Имитационное моделирование. Вероятностные и статистические аспекты. / А.В. Зюльков, Ю.С. Радченко, А.В. Захаров ; Воронеж. гос. ун-т— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017 .— Загл. с титула экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— <URL:<http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-216.pdf>>.
9. Зюльков, А.В. Цифровое моделирование случайных величин [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 3 и 5 курсов д/о, 5 курса в/о и магистров для специальности 010801 - Радиофизика и электроника и направления 010800 - Радиофизика] / А.В. Зюльков ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL:<http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m11-194.pdf>>.

б) дополнительная литература:

1. Самарский А.А. Математическое моделирование./ А.А.Самарский, А.П. Михайлов - М.: Наука, Физматлит, 1997. - 320с.
2. Шварц М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ. В 2 ч./ М. Шварц - Пер.с англ. В.И. Неймана. Ч.2.-1992.-272с.
3. Советов Б.Я. Моделирование систем. Практикум. / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев– М.: Высш. шк., 1999. - 224с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?lnit+elib.xml,simple_elib.xsl+rus
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486
3.	Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436
5.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401
6.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360
7.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344
8.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система.

	– URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343
9.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336
10.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310
11.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308
12.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307
13.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306
14.	Национальное общество имитационного моделирования. – URL : http://simulation.su/static/ru-soft.html

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Зюльков А.В. Имитационное моделирование. Вероятностные и статистические аспекты. / А.В. Зюльков, Ю.С. Радченко, А.В. Захаров ; Воронеж. гос. ун-т— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017 .— Загл. с титула экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-216.pdf >.
2	Зюльков, А.В. Цифровое моделирование случайных величин [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 3 и 5 курсов д/о, 5 курса в/о и магистров для специальности 010801 - Радиофизика и электроника и направления 010800 - Радиофизика] / А.В. Зюльков ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m11-194.pdf >.
3	Даденков, С.А. Имитационное моделирование дискретных информационных систем и сетей в среде AnyLogic : учеб. пособие / С.А. Даденков, Е.Л. Кон. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 315 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Система управления обучением (виртуальная обучающая среда) MOODLE

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575

1. Учебная лаборатория кафедры.
2. Персональные компьютеры – 15 шт.
3. Программа «Anylogic»

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Виды имитационных моделей	ПК-4	ПК-4.12	Вопросы 1-4
2	Имитационное моделирование в «Anylogic». Основные понятия.	ПК-4	ПК-4.6	Вопросы 13-16
3	Методы имитационного моделирования	ПК-4	ПК-4.6, ПК-4.13	Вопросы 9-10
4	Методологические вопросы разработки и использования моделей. Вероятностный и статистический аспекты	ПК-4	ПК-4.12	Вопросы 5-8, 11, 12, 17
5	Стохастическое моделирование систем	ПК-4	ПК-4.6, ПК-4.12	Вопросы 15-18

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: предоставленных отчетов о выполнении заданий и разработанных программ на ЭВМ

20.1.1 Задания по моделированию систем с дискретным поведением

- 1) Промоделировать заданную СМО в стационарном режиме (возможно с использованием шаблона bank4.alp, переделав его).
- 2) Провести вычислительный эксперимент, обеспечив обеспечив стационарный режим работы и заданную точность изучаемых характеристик.
- 3) Используя результаты теории массового обслуживания [2-4,7 и др.], рассчитать теоретические характеристики работы системы **в стационарном со-**

стоянии и сравнить с результатами имитационного моделирования. Оценить причины и величину ошибок эксперимента.

- 4) На основе результатов моделирования проверить выполнение законов сохранения (формула Литтла) в стационарном состоянии [1,2 и др.]

$$Q = \lambda d, \quad L = \lambda w,$$

где d - установившаяся средняя задержка в очереди;

w - установившееся среднее время пребывания в системе;

Q - установившееся среднее по времени число требований в очереди.

Например для системы $M|M|1$ $\rho = \lambda/\mu$ - отношение интенсивностей поступления и обслуживания требований

$$d = \lambda/(1-\rho), \quad L = \lambda w = \lambda(d+1).$$

При $\rho = 0,9$ $d = 9$, $Q = 8,1$, $L = 9$.

При моделировании

- выбрать параметры модели так, чтобы система работала в нагруженном режиме без перегрузок;
- в распределении Эрланга $k > 1$;
- выбрать первоначальную загрузку системы для скорейшего установления стационарного режима.

При теоретическом расчете характеристик систем с распределением времени обслуживания, отличающимся от экспоненциального, использовать соотношения для систем с произвольным (G) распределением времени обслуживания. Системы с одним устройством обслуживания подробно описаны в [7].

Для статистического анализа результатов моделирования, выведенных в консоль AnyLogic можно использовать любое доступное мат. обеспечение, например программы MAXIMA или PROGNOS (работает в DOS, так что может быть необходимо поставить D-Fend Reloader [6]).

- 5) Оформить и предоставить отчет по работе. Он должен содержать
- титульный лист;
 - условие задачи;
 - формулы для расчета характеристик (со ссылкой на литературу) с подставленными численными значениями;
 - скриншоты имитационной модели;
 - сравнение полученных теоретических и экспериментальных результатов, а также объяснения возможных причин их несоответствия;
 - список литературы.

Список задач

1. Промоделировать СМО $M|M|1$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
2. Промоделировать СМО $M|M|1|0$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
3. Промоделировать СМО $M|M|2$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.

20. Промоделировать СМО M|D|1. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
21. Промоделировать СМО M| Треугольное распр.|1. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
22. Промоделировать СМО M|M|1|3. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
23. M|M|1+задача 1.10 [1]. Ответить на вопросы задания.
24. M|M|1+задача 1.11 [1]. Ответить на вопросы задания.
25. Задача 1.14+задача 1.15 [1]. Ответить на вопросы задания.
26. Задача 1.14+задача 1.16 [1]. Ответить на вопросы задания.
27. Задача 1.14+задача 1.25 [1]. Ответить на вопросы задания.

Литература

1. Имитационное моделирование / А.М. Лоу, В.Д. Кельтон ; изд. Питер 2004г. Параграфы 1.4.1, 4.3, 4.4
2. Теория массового обслуживания / Л. Клейнрок ; Пер. с англ. И.И. Грушко; Под ред. В.И. Неймана .— М. : Машиностроение, 1979 .— 431,[1] с. : ил..
3. Методы теории массового обслуживания / Д. Кениг, Д. Штойян ; Пер. с нем. В.Ф. Матвеева и Р.Ш. Нагапетяна; Под ред. Г.П. Климова .— М. : Радио и связь, 1981 .— 127 с. : ил..
4. Основы моделирования дискретных систем /Т.И. Алиев – С.-П., 2009.
5. Цифровое моделирование случайных величин : учебное пособие / под ред. А.В. Зюлькова, Ю.С. Радченко .— Воронеж, 2006 .— 31 с. — Тираж 50. 1,9 п.л..
6. D-Fend Reloader <http://dfendreloaded.sourceforge.net/>.
7. Однолинейные системы массового обслуживания : учебное пособие / А. Н. Соколов, Н.А. Соколов. – СПб. : Изд-во «Теледом» ГОУВПО СПбГУТ, 2010. – 112 с.

20.1.2 Задания по моделированию систем с непрерывным поведением

Разобраться с функционированием типовых звеньев (файлы «Фильтрация» и «Описания типовых звеньев»).

Смоделировать заданную систему. Включить в отчет распечатки изображений структуры и поведения блоков системы. Номера работ в соответствии с номером фамилий в списке группы в курсе ВИМ.

Задания

Продемонстрировать возможность выделения сигнала из аддитивной смеси с белым гауссовским шумом (фильтрации)

- 1) гармонического сигнала с помощью колебательного контура;
- 2) прямоугольного видеоимпульса с помощью интегрирующего звена (апериодическое звено);

- 3) треугольного видеоимпульса с помощью интегрирующего звена (апериодическое звено);
- 4) трапецидального видеоимпульса с помощью интегрирующего звена (апериодическое звено).

Воспользоваться элементами проекта «Фильтрация».

Продемонстрировать возможность обнаружения сигнала заданной формы в смеси с аддитивным белым гауссовским шумом (БГШ), воздействующего на заданное устройство. Выполнить аналогично проекту VideoImp, где реализованы коррелятор и согласованный фильтр для прямоугольного видеоимпульса.

- 5) Сигнал – прямоугольный видеоимпульс. Устройство – коррелятор.

Воспользоваться библиотечным устройством «интегратор». Модифицировать его. Литература [2]– с.25.

- 6) Сигнал – прямоугольный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр.

Литература [2] – с.49.

- 7) Сигнал – прямоугольный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр, где вместо идеального интегратора стоит интегрирующий RC – фильтр (есть библиотечный элемент).

Литература[2]– с.49.

- 8) Сигнал – треугольный видеоимпульс. Устройство – коррелятор.

Воспользоваться библиотечным устройством «интегратор». Модифицировать его. Литература [2]– с.25.

- 9) Сигнал – треугольный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр.

Литература [3]– с.63.

- 10) Сигнал – треугольный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр, где вместо идеального интегратора стоит интегрирующий RC – фильтр (есть библиотечный элемент).

Литература [3]– с.63.

- 11) Сигнал – трапецеидальный видеоимпульс. Устройство – коррелятор.

Воспользоваться библиотечным устройством «интегратор». Модифицировать его. Литература [3]– с.63.

- 12) Сигнал – трапецеидальный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр. Литература [3]– с.63.

- 13) Сигнал – трапецеидальный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр, где вместо идеального интегратора стоит интегрирующий RC – фильтр (есть библиотечный элемент).

Литература [3]– с.63.

14) Сигнал – последовательность двух прямоугольных видеоимпульсов. Устройство – согласованный фильтр.

Литература [2]– с.50.

15) Сигнал – прямоугольный радиоимпульс. Устройство – согласованный фильтр. Есть библиотечный элемент колебательный контур.

Литература [2]– с.50.

16) Сигнал – прямоугольный видеоимпульс. Устройство – коррелятор.

Воспользоваться библиотечным устройством «интегратор». Модифицировать его. Литература [2]– с.25.

17) Сигнал – прямоугольный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр.

Литература [2] – с.49.

18) Сигнал – прямоугольный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр, где вместо идеального интегратора стоит интегрирующий RC – фильтр (есть библиотечный элемент).

Литература [2]– с.49.

19) Сигнал – треугольный видеоимпульс. Устройство – коррелятор.

Воспользоваться библиотечным устройством «интегратор». Модифицировать его. Литература [2]– с.25.

20) Сигнал – треугольный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр.

Литература [3]– с.63.

21) Сигнал – треугольный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр, где вместо идеального интегратора стоит интегрирующий RC – фильтр (есть библиотечный элемент).

Литература [3]– с.63.

22) Сигнал – трапецидальный видеоимпульс. Устройство – коррелятор.

Воспользоваться библиотечным устройством «интегратор». Модифицировать его. Литература [3]– с.63.

23) Сигнал – трапецидальный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр. Литература [3]– с.63.

24) Сигнал – трапецидальный видеоимпульс. Устройство – согласованный фильтр, где вместо идеального интегратора стоит интегрирующий RC – фильтр (есть библиотечный элемент).

Литература [3]– с.63.

Литература

- 1) Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности "Радиотехника" / С.И. Баскаков .— Изд. 5-е, стер., ил. — М. : Высшая школа, 2005 .— 462 с. : ил. — Библиогр.: с.457-458 .
- 2) Тихонов, В.И. Оптимальный прием сигналов / В.И. Тихонов .— М. : Радио и связь, 1983 .— 319 с.
- 3) Лебедько Е.Г. Математические основы передачи информации / Е.Г. Лебедько.— СПб: СПбГУИТМО, 2009.- 120 с.

Описание технологии проведения: опрос по предоставленным отчетам и программам на ЭВМ

Требования к выполнению заданий: умение работать с предоставленными программами и пояснения содержания предоставленных отчетов

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: тест в ЭО системе Moodle, вопросы к зачету.

Перечень вопросов

№ п/п	Текст вопроса
01	Что такое моделирование. Виды моделей.
02	Понятие случайности. Детерминированные, стохастические и хаотические модели. Примеры.
03	Вероятностное пространство. Свойства его элементов. Примеры.
04	Цифровое моделирование. Постановка задачи. Преимущества и недостатки.
05	Свойства равномерно-распределенных случайных величин. Лемма.
06	Датчики случайных чисел. Длина периода последовательности квазислучайных величин. Моделирование случайных событий.
07	Производящая функция дискретных случайных величин. Дискретные распределения и их свойства.
08	Моделирование биномиальной и пуассоновской случайных величин.
09	Метод скользящего суммирования и рекуррентный метод моделирования реализаций стационарного гауссовского случайного процесса. Оценка точности формирования реализации случайного процесса.
10	Методы описания случайных потоков. Моделирование пуассоновского случайного потока и потока Эрланга.
11	Основные этапы имитационного моделирования.

12	Особенности обработки данных имитационного моделирования.
13	Пакет имитационного моделирования Anylogic. Организация, библиотеки. Основные возможности для построения моделей, проведения экспериментов, анимации и т.д.
14	Дискретно-событийное моделирование. Модели систем массового обслуживания.
15	Подход системной динамики моделирования систем. Моделирование динамических систем.
16	Агентные модели систем. Агенты в Anylogic – структура, поведение, интерфейс, взаимодействие.
17	Использование различных парадигм при разработке моделей. Примеры.

Описание технологии проведения: тест содержит 12 устных вопросов и одну задачу. Время активности 20 минут. Вопросы и задачи имеют разный вес. Критерии оценивания: более 60% баллов.

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом;
- 2) умение применять теоретические знания при решении практических задач.
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными исследований.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 2-х балльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Полный ответ на два произвольно выбранных вопроса из комплекта вопросов или незначительные погрешности в ответе, не указывающие на отсутствие общего понимания существа предмета.</p> <p>Обучающийся владеет понятийным аппаратом в данной области науки, теоретическими основами дисциплины, способен к решению типовых задач, дает правильные ответы на дополнительные вопросы, однако возможно допускает ошибки при отклонении вопроса от стандартного.</p>	Базовый уровень	Зачтено
Отсутствие ответа (или ответ со значительными погрешностями) на один или оба произвольно выбранных	–	Не зачтено

вопроса из комплекта вопросов.

Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания или отсутствие знаний по теме предмета, допускает грубые ошибки при ответах на простые вопросы, не умеет решать даже типовые задачи.

--	--

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 03.04.03 Радиофизика

шифр и наименование специальности

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 Введение в имитационное моделирование

код и наименование дисциплины

Профиль подготовки Компьютерные методы обработки радиофизической информации

в соответствии с Учебным планом

Форма обучения Очная

Учебный год 2026/2027

Ответственный исполнитель

Зав кафедрой радиофизики



(Ю.Э. Корчагин) 31.08. 2024 г.

должность, подразделение

подпись

расшифровка подписи

Исполнители



Доц. каф. радиофизики

(А.В. Зюльков) 31.08. 2024г.

должность, подразделение

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП по направлению/специальности



(Ю.Э. Корчагин) 31.08. 2024г.

подпись

расшифровка подписи

Начальник отдела обслуживания ЗНБ



(Н.В. Белодедова) 31.08. 2024г.

подпись

расшифровка подписи

Программа рекомендована НМС физического факультета

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 5 от 27.06.2024 г.