

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
электроники



Усков Г.К.

20.05.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.ДВ.01.03.02 Имитационное моделирование

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

2. Профиль подготовки/специализация:

Автоматизированные информационно-измерительные системы

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: электроники

6. Составители программы:

Овчинникова Татьяна Михайловна, к.ф.-м.н., доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета 20.05.2025, № протокола: 5

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы)/Триместр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель — 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 относится к вариативной части факультативных дисциплин блока ФТД.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-4	Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ОПК-4.2	Умеет применять на практике новые научные принципы для решения задач профессиональной деятельности	Знать: принципы функционирования современных отдельных аналоговых электронных блоков радиофизических систем обработки и передачи информации, принципы обработки сигналов, наблюдаемых в смеси с шумами, принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования. Уметь: разрабатывать, реализовывать и использовать имитационные модели отдельных аналоговых электронных блоков различных современных радиофизических систем обработки и передачи информации, разрабатывать, реализовывать и использовать имитационные модели различных радиофизических устройств обработки и передачи информации, применять знания принципов работы отдельных устройств, полученные с использованием имитационных моделей, при эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования. Владеть: методами имитационного моделирования и статистической обработки его результатов, методами имитационного моделирования обработки сигналов.
		ОПК-4.3	Умеет применять на практике новые методы научных исследований для решения задач профессиональной деятельности	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 2 / 72

Форма промежуточной аттестации *зачет*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			2
Аудиторные занятия		54	54
в том числе:	лекции	36	36
	практические	18	18
	лабораторные		
Самостоятельная работа		18	18
Форма промежуточной аттестации: зачет			
Итого:		72	72

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	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.	–
1.2	Имитационное моделирование в «Anylogic». Основные понятия.	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.	–
1.3	Методы имитационного моделирования	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.	–
1.4	Методологические вопросы разработки и использования моделей. Вероятностный и статистический аспекты	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.	–
1.5	Стохастическое моделирование систем	Модели простейших телекоммуникационных систем и их компонентов. Моделирование радиотехнической подсистемы и подсистемы (сети) массового обслуживания систем передачи информации	–
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. Вероятностный и статистический аспекты	Проверка достоверности модели. Осуществление компьютерных экспериментов различных типов. Статистическая 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.	–
3. Лабораторные занятия			

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Виды имитационных моделей	8	2		2	12

2	Имитационное моделирование в «Anylogic». Основные понятия.	8	6		4	18
3	Методы имитационного моделирования.	8	6		4	18
4	Методологические вопросы использования моделей	6			4	10
5	Стохастическое моделирование систем	6	4		4	14
	Итого:	36	18		18	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой.

После окончания лекции нужно просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого следует обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания, поэтому необходимо просматривать несколько источников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать в себя следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка зачету.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками. При изучении дисциплины рекомендуется использовать возможности сети Интернет для получения дополнительной информации по рассматриваемой теме.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к выполнению заданий для самостоятельной работы.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
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:

№ п/п	Источник
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 (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xml+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

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):

При реализации дисциплины для проведения текущего контроля и в качестве информационного ресурса используются технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе образовательного портала "Электронный университет ВГУ" по адресу edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийная аудитория (ауд. 401): специализированная мебель, компьютеры, мультимедиа-проектор, настенный экран для проектора, аудио колонки

WinPro 8, Linux Debian, Open Office, Python, MicroCap Evaluation, Maxima, Octave, MATLAB

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401): специализированная мебель, мультимедиа-проектор, настенный экран для проектора, аудио колонки, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

WinPro 8, Linux Debian, Open Office, Google Chrome, Visual Studio Code, StarUML, Maxima, Octave, MATLAB, JVM, Scala, Haskel, Closure, Java, Kotlin, Python, Go, GCC, CLANG, ReactiveX, VHDL, Verilog, ReactiveX, VHDL, Verilog, SimulIDE Circuit Simulator, Wokwi Simulator, NI LabView, Arduino Studio, MicroCap Evaluation

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 Имитационное моделирование в «Anylogic». Основные понятия. Методы имитационного моделирования Методологические вопросы разработки и использования моделей. Вероятностный и статистический аспекты Стохастическое моделирование систем	ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ОПК-4.2 Умеет применять на практике новые научные принципы для решения задач профессиональной деятельности	Отчеты о выполнении заданий и разработанных программ на ЭВМ
		ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ОПК-4.3 Умеет применять на практике новые методы научных исследований для решения задач профессиональной деятельности	
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень теоретических вопросов

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах выполнения практико-ориентированных заданий - практических работ и тестирования на портале Электронный университет ВГУ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

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

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 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 состоянии** 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.
4. Промоделировать СМО $M|M|1|1$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
5. Промоделировать СМО $M|M|2|0$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
6. Промоделировать СМО $M|M|\infty$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
7. Промоделировать СМО $M|E_2|1$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
8. Промоделировать СМО $M|E_3|1$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
9. Промоделировать СМО $M|D|1$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
10. Промоделировать СМО $M|\text{Треугольное распр.}|1$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
11. Промоделировать СМО $M|M|1|2$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
12. Промоделировать СМО $M|M|2$. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.

13. Промоделировать СМО M|U|1. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
14. Промоделировать СМО M|M|2. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
15. Промоделировать СМО M|M|1|1. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
16. Промоделировать СМО M|M|2|0. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
17. Промоделировать СМО M|M|∞. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
18. Промоделировать СМО M|E₂|1. Найти вероятностные характеристики времени пребывания требования в системе и числа требований в системе. Сравнить результаты с теоретическими.
19. Промоделировать СМО M|E₃|1. 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.

Описание технологии проведения.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета – в форме защиты этапов реализации отчетов на лабораторных занятиях. Критерии оценивания приведены ниже.

Результаты текущей аттестации учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации (зачета).

Критерии оценки компетенций (результатов обучения) при выполнении теста:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Выполнены все поставленные задачи	Повышенный уровень	Отлично
75–99% задач выполнено	Базовый уровень	Хорошо
50–74% задач выполнено	Пороговый уровень	Удовлетворительно

0–49% задач выполнено	–	Неудовлетворительно
-----------------------	---	---------------------

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачета. Согласно П ВГУ 2.1.07 – 2024 Положению о проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования, оценка на зачете может быть выставлена по результатам текущей успеваемости обучающегося в течение семестра и на основании процедуры и критериев оценивания, представленных в рабочей программе, но не ранее чем на заключительном занятии.

Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет) осуществляется с помощью следующих оценочных средств: теоретических вопросов. В контрольно-измерительный материал включаются два теоретических вопроса, позволяющих оценить уровень полученных знаний, умений и навыков.

Перечень вопросов к зачету:

1. Что такое моделирование. Виды моделей.
2. Понятие случайности. Детерминированные, стохастические и хаотические модели. Примеры.
3. Вероятностное пространство. Свойства его элементов. Примеры.
4. Цифровое моделирование. Постановка задачи. Преимущества и недостатки.
5. Свойства равномерно-распределенных случайных величин. Лемма.
6. Датчики случайных чисел. Длина периода последовательности квазислучайных величин. Моделирование случайных событий.
7. Производящая функция дискретных случайных величин. Дискретные распределения и их свойства.
8. Моделирование биномиальной и пуассоновской случайных величин.
9. 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

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Требования к выполнению заданий (шкалы и критерии оценивания).

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие **показатели:**

- 1) Владеть методами обработки и анализа данных физических и прикладных экспериментов.
- 2) Уметь решать задачи оптимизации и оптимального планирования.
- 3) Уметь разрабатывать инструменты для сбора и анализа данных в научных и промышленных приложениях.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется **шкала**: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен к использованию типовых подходов и средств реализации практических задач.	Базовый уровень	Зачет
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Не зачтено

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ****Направление/специальность**

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Дисциплина

ФТД.В.ДВ.01.03.02 Имитационное моделирование

Профиль подготовки/специализация

Автоматизированные информационно-измерительные системы

Форма обучения очная**Учебный год** 2025/2026

Ответственный исполнитель

Доцент кафедры электроники _____ .__ 20__

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП

по направлению/специальности _____ .__ 20__

Начальник отдела обслуживания ЗНБ _____ .__ 20__

Программа рекомендована НМС физического факультета 28.10.2024 протокол № 8 от
28.10.2024 г.