

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»  
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00  
471086fad29a3b30e244e728abc3661ab35e9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»  
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт  
Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФИМЭ  
А.В. Фомина  
«10» февраля 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.02 Имитационное моделирование в образовании**

Направление подготовки

Прикладная информатика

Направленность (профиль) подготовки

09.03.03 Прикладная информатика в образовании

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника  
*бакалавр*

Форма обучения  
*Заочная*

Год набора 2019

Новокузнецк 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Оглавление .....	2
1 Цель дисциплины .....	3
1.1 Формируемые компетенции .....	3
1.2 Индикаторы достижения компетенций .....	3
1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине .....	4
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации .....	4
3 Учебно-тематический план и содержание дисциплины .....	5
3.1 Учебно-тематический план .....	5
3.2 Содержание занятий по видам учебной работы .....	6
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации .....	7
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	8
5.1 Учебная литература .....	8
5.2 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	8
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	9
6 Иные сведения и (или) материалы .....	9
6.1 Примерные темы письменных учебных работ .....	9
6.2 Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации .....	11

## 1 ЦЕЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата / прикладного бакалавриата / (далее — ОПОП):

ПК-1 – Способен внедрять и обеспечивать техническую поддержку информационных систем в образовательной сфере.

### 1.1 Формируемые компетенции

Таблица 1 — Формируемые дисциплиной компетенции

Наименование вида компетенции (универсальная, общепрофессиональная, профессиональная)	Наименование категории (группы) компетенций	Код и название компетенции
Профессиональные компетенции	Проектная деятельность	ПК-1 – Способен внедрять и обеспечивать техническую поддержку информационных систем в образовательной сфере.

### 1.2 Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2 — Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
ПК-1 – Способен внедрять и обеспечивать техническую поддержку информационных систем в образовательной сфере.	ПК-1.2. Устанавливает и настраивает программное обеспечение в соответствии с требованиями образовательной организации  ПК-1.4. Проектирует и осуществляет техническую поддержку электронной информационно-образовательной среды	Б1.В.01 Теоретические основы создания информационного общества Б1.В.02 Имитационное моделирование в образовании Б1.В.03 Информационные системы автоматизированного контроля знаний Б1.В.04 Прикладная статистика в образовании Б1.В.05 Проектирование информационных систем в образовании Б1.В.06 Информационные системы дистанционного обучения Б1.В.07 Автоматизированные библиотечно-информационные системы в образовательных организациях Б1.В.ДВ.01.01 Информационная безопасность образовательной организации Б1.В.ДВ.01.02 Корпоративные информационные системы Б1.В.ДВ.02.01 Проектирование сайтов образовательной направленности Б1.В.ДВ.02.02 Информационные технологии в управлении образованием Б1.В.ДВ.03.01 Проектирование и монтаж локальных сетей образовательных организаций

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
		Б1.В.ДВ.03.02 Динамическое моделирование процессов управления Б1.В.ДВ.04.01 Разработка мобильных приложений учебного назначения Б1.В.ДВ.04.02 Разработка адаптивных информационных систем учебного назначения Б2.О.02(П) Эксплуатационная Б2.О.03(П) Проектно-технологическая Б2.О.04(Пд) Преддипломная

### 1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине

Таблица 3 — Знания, умения, навыки, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ПК-1 – Способен внедрять и обеспечивать техническую поддержку информационных систем в образовательной сфере.	<p>ПК-1.2. Устанавливает и настраивает программное обеспечение в соответствии с требованиями образовательной организации</p> <p>ПК-1.4. Проектирует и осуществляет техническую поддержку электронной информационно-образовательной среды</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> структуру и требования к электронной информационно-образовательной среде организации.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> подбирать и обосновывать выбор информационного обеспечения для сопровождения прикладных процессов в образовательных организациях;</li> <li><input type="checkbox"/> определять параметры настройки программного обеспечения в образовательных организациях;</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> выбора оптимальных параметров установки и настройки программного обеспечения в образовательных организациях;</li> <li><input type="checkbox"/> настройки программного обеспечения информационных систем с учетом их области приложения</li> </ul>

## 2 ОБЪЁМ И ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ. ФОРМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Таблица 4 — Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения
	ЗФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	
Аудиторная работа (всего):	24
в том числе:	

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения
	ЗФО
лекции	10
практические занятия, семинары	
практикумы	
лабораторные работы	14
в интерактивной форме	
в электронной форме	
Внеаудиторная работа (всего):	
в том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем	
подготовка курсовой работы /контактная работа <sup>1</sup>	
групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем)	
творческая работа (эссе)	
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	228
4 Промежуточная аттестация обучающегося	экзамен 4 курс

## 3 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 5 — Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоемкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ЗФО			
			Аудиторн. занятия		СРС	
			лекц	лаб.		
<b>Раздел 1. Понятие модели и моделирования</b>						
1.1	Система как объект моделирования.	25			25	ПР-4
1.2	Этапы моделирования.	12	2		10	ОУ-1
<b>Раздел 2. Концепция дискретных систем для имитационного моделирования</b>						
2.1	Основные понятия систем массового обслуживания.	25			25	ПР-4
2.2	Классификация моделей систем массового обслуживания.	4	2		2	УО
2.3	Параметры и показатели систем массового обслуживания	15	2	2	11	ОУ-1
<b>Раздел 3. Имитационное статистическое моделирование</b>						
3.1	Общая характеристика метода имитационного моделирования	25			25	ПР-4
3.2	Способы моделирования	12	2		10	ОУ-1
3.3	Виды моделей	13		2	11	ОУ-1

<sup>1</sup> УО - устный опрос, УО-1 - собеседование, УО-2 - коллоквиум, УО-3 - зачет, УО-4 – экзамен, ПР - письменная работа, ПР-1 - тест, ПР-2 - контрольная работа, ПР-3 эссе, ПР-4 - реферат, ПР-5 - курсовая работа, ПР-6 - научно-учебный отчет по практике, ПР-7 - отчет по НИРС, ИЗ –индивидуальное задание; ТС - контроль с применением технических средств, ТС-1 - компьютерное тестирование, ТС-2 - учебные задачи, ТС-3 - комплексные ситуационные задачи

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ЗФО			
			Аудиторн. занятия		СРС	
			лекц	лаб.		
3.4	Имитационное моделирование	13		2	11	ОУ-1
<b>Раздел 4. Планирование экспериментов</b>						
4.1	Планирование экспериментов	12	2		10	ОУ-1
4.2	Точность эксперимента	13		2	11	ОУ-1
<b>Раздел 5. Обработка результатов имитационного эксперимента</b>						
5.1	Требования и характеристики к результатам имитационного эксперимента	13		2	11	ОУ-1
5.2	Методы обработки результатов имитационного эксперимента	13		2	11	ОУ-1
<b>Раздел 6. Современные теории имитационного моделирования</b>						
6.1	Современные теории имитационного моделирования	38		2	36	ОУ-1, ПР-4
	<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>				<b>9</b>	<b>УО-4</b>
<b>ИТОГО по курсу (4 курс)</b>			<b>10</b>	<b>14</b>	<b>228</b>	

## 3.2 Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 6 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
<i>Содержание лекционного курса</i>		
<b>Раздел 1. Понятие модели и моделирования</b>		
1.2	Этапы моделирования	Этапы моделирования. Адекватность модели. Требования, предъявляемые к моделям. Компьютерное моделирование.
<b>Раздел 2. Концепция дискретных систем для имитационного моделирования</b>		
2.2	Классификация моделей систем массового обслуживания.	Классификация моделей систем массового обслуживания: по числу мест в накопителе; числу обслуживающих приборов; количеству классов заявок, поступающих в СМО; надежности. Базовые модели СМО. Вариант классификации моделей систем массового обслуживания. Графы состояний средства связи.
2.3	Параметры и показатели систем массового обслуживания	Параметры и показатели систем массового обслуживания: структурные; нагрузочные; функциональные (параметры управления). Показатели СМО с однородным потоком заявок. Показатели СМО с неоднородным потоком заявок. Показатели СеМО.
<b>Раздел 3. Имитационное статистическое моделирование</b>		
3.2	Способы моделирования	Моделирование равномерно распределенной случайной величины. Моделирование случайной величины с произвольным законом распределения. Моделирование единичного события. Моделирование полной группы несовместных событий. Моделирование совместных независимых событий. Моделирование совместных зависимых событий.
<b>Раздел 4. Планирование экспериментов</b>		
4.1	Планирование экспериментов	Сущность и цели планирования эксперимента. Элементы стратегического планирования экспериментов. Стандартные планы. Формальный подход к сокращению общего числа прогонов. Элементы тактического планирования.
<i>Содержание лабораторных занятий</i>		
<b>Раздел 2. Концепция дискретных систем для имитационного моделирования</b>		
2.3	Параметры и показатели	Расчет параметров и показателей систем массового обслуживания.

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
	систем массового обслуживания	
<b>Раздел 3. Имитационное статистическое моделирование</b>		
3.3	Виды моделей	Разработка алгоритма построения модели по заданным параметрам
3.4	Имитационное моделирование	Разработка алгоритма построения модели с продвижением времени по событиям
<b>Раздел 4. Планирование экспериментов</b>		
4.2	Точность эксперимента	Определение точности разработанной модели
<b>Раздел 5. Обработка результатов имитационного эксперимента</b>		
5.1	Требования и характеристики к результатам имитационного эксперимента	Оценка характеристик случайных величин и процессов.
5.2	Методы обработки результатов имитационного эксперимента	Обработка результатов эксперимента на основе: дисперсионного анализа, корреляционного анализа, регрессии
<b>Раздел 6. Современные теории имитационного моделирования</b>		
6.1	Современные теории имитационного моделирования	Построение распределенной имитационной модели
Промежуточная аттестация - экзамен		

## 4 ПОРЯДОК ОЦЕНИВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ И СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 7.

Таблица 7 — Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы (12 недель)
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	60 (100% /баллов приведеной шкалы)	Лекционные занятия (конспект) (5 занятий)	0,5 балл — посещение 1-го лекционного занятия 1 балл - полный конспект 1-го лекционного занятия	2,5 - 5
		Лабораторные работы (отчет о выполнении лабораторной работы) (7 работ).	1 балл — посещение 1 практического занятия и выполнение работы на 51-65% 2 балла — посещение 1 занятия и существенный вклад на занятии в работу всей группы, самостоятельность и выполнение работы на 85,1-100%	7 - 14
		Реферат (по теме 1.1)	5,5 балла (пороговое значение) 11 баллов (максимальное значение)	5,5 – 11
		Реферат (по теме 2.1)	5,5 балла (пороговое значение) 11 баллов (максимальное значение)	5,5 – 11
		Реферат (по теме 3.1)	5,5 балла (пороговое значение) 11 баллов (максимальное значение)	5,5 – 11
		Реферат (по теме 6.1)	5,5 балла (пороговое значение) 11 баллов (максимальное значение)	5,5 – 11

Итого по текущей работе в семестре	31 – 60
Итого по промежуточной аттестации (экзамен)	20 – 40
Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100	

## 5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 5.1 Учебная литература

1. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04734-9. — С. 203 — 228 — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453964/p.203-228>

### 5.2 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях НФИ КемГУ:

Имитационное моделирование в образовании	303 Компьютерный класс. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения занятий: занятий лекционного типа; - занятий семинарского (практического) типа. - текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная (учебная) мебель: доска маркерно-меловая, столы компьютерные, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: стационарное - ноутбук преподавателя, экран, проектор. Оборудование: компьютеры для обучающихся (11 шт.). Используемое программное обеспечение: MSWindows (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), Bloodshed DevC++ 4.9.9.2 (свободно распространяемое ПО), Java (бесплатная версия), Microsoft SQL Server 2008 (Microsoft Imagine Premium 3 year по лицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), OpenProject (бесплатная версия), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), UML-диаграммы (бесплатная версия), Denwer (свободно распространяемое ПО), Eclipse (свободно распространяемое ПО), Blender (свободно распространяемое ПО), Dia (свободно	654027, Кемеровская область - Кузбасс, г. Новокузнецк, пр-кт Пионерский, д.13, пом.2
--	---	--

	распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	
--	---	--

### **5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.**

#### **Перечень СПБД и ИСС по дисциплине**

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» - <http://www.window.edu.ru>

2. База книг и публикаций Электронной библиотеки "Наука и Техника" - <http://www.n-t.ru>

## **6 ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

### **6.1 Примерные темы письменных учебных работ**

#### **Раздел 1. Понятие модели и моделирования.**

1. Показатель эффективности системы.
2. Критерий эффективности системы и какова его связь с показателями эффективности.
3. Анализ системы; синтез системы.
4. Взаимосвязь параметров и показателей системы.
5. Оптимальная система.
6. Рациональная система.
7. Что такое модель?
8. Модель - объект и средство эксперимента.
9. Обоснование необходимости моделирования.
10. Общие классификационные признаки моделей.
11. Методы оценки адекватности модели.
12. Структурная модель.
13. Функциональная модель.
14. Статистическое моделирование.
15. Классификация моделей по характеру процессов.
16. Классификация моделей по способам их реализации.
17. Этапы моделирования и их краткая характеристика.
18. Проверка адекватности модели.
19. Адекватность модели.
20. Предварительные проверки на адекватность модели.
21. Общие требования (внешние) к моделям.
22. Почему говорят, что имитационное моделирование — это «наука и искусство».
23. Внутренние свойства модели.
24. Приведите примеры объектов и возможных их моделей в своей предметной области.
25. Отличие имитационной модели от программы.

#### **Раздел 2. Концепция дискретных систем для имитационного моделирования.**

1. Система массового обслуживания.

2. Элементы СМО.
3. Вариант классификации СМО.
4. Характеристика экспоненциального закона распределения вероятностей.
5. Особенности выходного потока заявок сети массового обслуживания.
6. Приведите понятия, используемые для описания СМО.
7. Признаки разделения потока заявок на классы.
8. Стационарный ординарный поток без последствия.
9. Интенсивность обслуживания заявок в СМО.
10. Краткая характеристика приоритетных дисциплин обслуживания заявок.
11. Понятие «относительный приоритет».
12. Аналитическая модель СМО.
13. Показатели СМО с однородным потоком заявок и отказами.
14. Показатели СМО с однородным потоком заявок и ожиданием.
15. Показатели СМО с неоднородным потоком заявок.
16. Что понимают под СеМО.
17. Определение сетевых показателей однородной СеМО; неоднородной СеМО.
18. Замкнутая СМО. Приведите примеры.

### **Раздел 3. Имитационное статистическое моделирование.**

1. Имитационная статистическая модель
2. Назначение датчиков случайных чисел (генераторов) в имитационном моделировании.
3. Способы формирования случайных чисел в алгоритмических датчиках случайных чисел?
4. Способы проверки датчиков равномерно распределенных случайных чисел.
5. Формирование случайных величин с произвольными законами распределения вероятностей методом обратной функции?
6. Формирование равномерно распределенных случайных чисел на произвольном отрезке.
7. Формирование нормально распределенных случайных чисел с произвольными значениями.
8. Моделирование единичных событий.
9. Моделирование полной группы несовместных событий.
10. Моделирование совместных независимых событий.
11. Моделирование совместных зависимых событий.
12. Разделение случайных процессов на стационарные и нестационарные
13. Разделение случайных процессов на эргодические и неэргодические
14. Масштабирование при имитационном моделировании?

### **Раздел 4. Планирование экспериментов.**

1. Что понимается под компьютерным экспериментом
2. «Прогон» имитационной стохастической модели.
3. Цели планирования экспериментов.
4. Стратегическое планирование эксперимента.
5. Tактическое планирование эксперимента.
6. Кибернетическое представление эксперимента.
7. Реакция и отклик системы при планировании и проведении эксперимента.
8. Симметричный факторный эксперимент.
9. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).

10. Ортогональный факторный эксперимент.
11. Определение количества информационных точек в ПФЭ; в симметричном ПФЭ.
12. Пути сокращения затрат на проведение эксперимента.
13. Точность оценки характеристик случайной величины.
14. Адекватность модели и точность модели — это одно и то же или нет.
15. Достоверность оценки характеристики случайной величины.
16. Априорное определение оценки дисперсии.
17. Пути разрешения проблемы начальных условий.

### **Раздел 5. Обработка результатов имитационного эксперимента.**

1. Характеристики случайных величин и процессов.
2. Несмещенная оценка характеристики случайной величины; состоятельная; эффективная.
3. Правило построения гистограммы.
4. Сущность дисперсионного анализа.
5. Ошибки первого и второго рода при оценке гипотез?
6. Критерий Вилкоксона.
7. Методика выявления несущественных (незначимых) факторов.
8. Корреляционный анализ.
9. Регрессионный анализ.

### **Раздел 6. Современные теории имитационного моделирования.**

1. Распределенная система.
2. Основные задачи распределенных систем.
3. Прозрачность распределенной системы; открытость; гибкость; масштабируемость.?
4. Что такое репликации?
5. Гомогенные и гетерогенные мультикомпьютерные системы.
6. Причины перехода к распределенному имитационному моделированию.
7. Цель распределенного имитационного моделирования для различных приложений.
8. Чем отличается квазипараллельное моделирование от распределенного моделирования.
9. Схема распределенной имитационной модели.
10. Критерии правильной работы распределенной имитационной модели.
11. Парадокс времени в распределенной имитационной модели.
- 182 Цель появления имитационного агентного моделирования.

## **6.2 Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации**

*Курс 4*

**Таблица 8 - Примерные теоретические вопросы и практические задания / задачи к зачету**

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
Раздел 1. Понятие модели и моделирования		
1.1 Система как объект моделирования.	- Общее определение модели. - Классификация моделей и моделирования по признаку	

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
	<p>«характер моделируемой стороны объекта»;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Классификация моделей и моделирования по признаку «характер процессов, протекающих в объекте»;</li> <li>– Классификация моделей и моделирования по признаку «способ реализации модели».</li> </ul>	
1.2 Этапы моделирования.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Этапы моделирования.</li> <li>– Адекватность модели.</li> <li>– Требования, предъявляемые к моделям.</li> <li>– Компьютерное моделирование.</li> </ul>	
<b>Раздел 2. Концепция дискретных систем для имитационного моделирования</b>		
2.1 Основные понятия систем массового обслуживания.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Система массового обслуживания.</li> <li>– Вариант классификации дисциплин буферизации.</li> <li>– Вариант классификации дисциплин обслуживания.</li> <li>– Вариант сети массового обслуживания.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постройте схему Системы массового обслуживания по конкретным значениям (уточнить у преподавателя) .</li> <li>2. Постройте схему «Вариант сети массового обслуживания» по конкретным значениям (уточнить у преподавателя).</li> </ol>
2.2 Классификация моделей систем массового обслуживания.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Классификация моделей систем массового обслуживания: по числу мест в накопителе;</li> <li>– Классификация моделей систем массового обслуживания: числу обслуживающих приборов;</li> <li>– Классификация моделей систем массового обслуживания: по количеству классов заявок, поступающих в СМО;</li> <li>– Классификация моделей систем массового обслуживания: по надежности.</li> <li>– Базовые модели СМО.</li> <li>– Вариант классификации моделей систем массового обслуживания.</li> <li>– Графы состояний средства связи.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить граф состояния средства связи (СС) по условию: каждое средство связи организации может находиться в исправном состоянии или ремонтироваться в мастерской организации (СМО). Если бы каждое неисправное СС сразу попадало к свободному мастеру, никаких очередей из СС, ожидающих ремонта, не было. На графе используйте следующие обозначения: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>S_j</math> — СС исправно;</li> <li>• <math>S_2</math> — СС неисправно, ремонтируется;</li> <li>• <math>X_j</math> — интенсивность выхода СС из строя;</li> <li>• <math>X_2</math> — интенсивность ремонта СС одним мастером.</li> </ul> </li> </ol>
2.3 Параметры и показатели систем массового обслуживания	<p>Параметры и показатели систем массового обслуживания: структурные; нагрузочные; функциональные (параметры управления). Показатели СМО с однородным потоком заявок. Показатели СМО с неоднородным потоком заявок. Показатели <math>C_eMO</math>.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить граф состояний одноканальной СМО с очередью на три заявки и с конечной надежностью каналов обслуживания. При отказе канала обслуживания заявка, находившаяся на обслуживании, теряется. Процессы в системе — марковские.</li> </ol> <p>Описание состояний СМО:  <math>S_1 S_2, \dots, S_4</math> – состояния исправной СМО;  <math>S'_1 S'_2, \dots, S'_4</math> – состояния неисправной СМО.</p> <p>Используйте обозначения:  <math>\lambda</math> – интенсивность поступления заявок;  <math>\mu</math> – интенсивность обработки заявки каналом;</p>

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
		<p><math>v</math> – интенсивность поломок канала;  <math>\eta</math> – интенсивность ремонта неисправного канала.</p> <p>2. В мастерской два мастера и неисправные СС могут ожидать ремонта. Постройте графическую модель интенсивности ремонта, одного СС, находящегося в мастерской.</p>
<b>Раздел 3. Имитационное статистическое моделирование</b>		
3.1 Общая характеристика метода имитационного моделирования	Сущность имитационного моделирования. Статистическое моделирование при решении детерминированных задач. Иллюстрация роста сложности моделей.	<p>1. Опишите сущность имитационного моделирования на примере. Приведете графическое представление приводимого примера.</p> <p>2. Транспорт 1 с грузом отправился из пункта А в пункт С через пункт В. Одновременно из пункта D в пункт F. через пункт В отправился транспорт 2. Скорости движения транспортов распределены по нормальному закону с математическими ожиданиями <math>V_1</math> и <math>V_2</math> и стандартными отклонениями <math>\sigma_1</math> и <math>\sigma_2</math>.  Требуется построить алгоритм имитационной модели с целью определения вероятности встречи транспортов 1 и 2 в пункте В.  Расстояние от пункта А до пункта В <math>S_1</math> а от пункта D до пункта В — <math>S_2</math>. Событие встречи считать состоявшимся, если их времена прибытия в пункт В либо равны, либо отличаются на величину, не превышающую <math>\Delta t</math>.</p> <p>3. Пусть <math>0 &lt; f(x) &lt; 1</math>, <math>0 &lt; x &lt; 1</math>. Полагаем, что функция <math>f(x)</math> такова, что интеграл относится к неберущимся.  Требуется вычислить <math>S = \int_0^1 f(x) dx</math></p>
3.2 Способы моделирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Моделирование равномерно распределенной случайной величины.</li> <li>– Моделирование случайной величины с произвольным законом распределения.</li> <li>– Моделирование единичного события.</li> <li>– Моделирование полной группы несовместных событий.</li> <li>– Моделирование совместных независимых событий.</li> <li>– Моделирование совместных зависимых событий.</li> </ul>	<p>1. Требуется получить формулу для моделирования случайных чисел, распределенных по экспоненциальному закону, с параметром <math>\lambda</math> (математическим ожиданием <math>1/\lambda</math>).</p> <p>2. Пусть вероятность состояния элемента <math>P(A) = 0,9</math>. В <math>i</math>-й реализации случайное число <math>x_i, \epsilon y \sim \text{Rav}(0; 1)</math> после розыгрыша равно 0,955. Определить произошло ли событие.</p> <p>3. Канал передачи данных может находиться в одном из четырех несовместных состояний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>A_1</math>, – исправен и свободен, <math>P_1 = 0,15</math>;</li> <li>• <math>A_2</math> – исправен и занят, <math>P_2 = 0,4</math>;</li> <li>• <math>A_3</math> – неисправен, <math>P_3 = 0,25</math>;</li> <li>• <math>A_4</math> – подавлен помехами, <math>P_4 = 0,2</math>.</li> </ul>

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи																		
		<p>Представьте необходимые для определения исходов по жребию данные в табличной форме. Определите в каком состоянии находится канал передачи.</p> <p>4. По каналу передачи данных (КПД) передаются сообщения трех видов <math>S_1, S_2, S_3</math>. Вероятности поступления сообщений соответствующих видов показаны в таблице</p> <table border="1" data-bbox="1007 555 1437 618"> <caption>Вероятности поступления сообщений</caption> <tr> <td><math>S_1</math></td> <td><math>S_2</math></td> <td><math>S_3</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>P_1</math></td> <td>0,24</td> <td>0,36</td> <td>0,4</td> </tr> </table> <p>КПД может находиться в одном из четырех несовместных состояний <math>A_1, A_2, A_3, A_4</math> (<math>A_i</math> — исправен и свободен, <math>A_2</math> — исправен и занят, <math>A_3</math> — неисправен, <math>A_4</math> — подавлен помехами) с вероятностями, показанными в таблице</p> <table border="1" data-bbox="1007 860 1437 909"> <caption>Вероятности нахождения КПД в различных состояниях</caption> <tr> <td><math>A_1</math></td> <td><math>A_2</math></td> <td><math>A_3</math></td> <td><math>A_4</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>0,2</td> <td>0,1</td> <td>0,0</td> <td>0,7</td> </tr> </table> <p>Построить алгоритм ИМ оценки вероятности передачи сообщений третьего вида <math>S_3</math> при поступлении на КПД сообщений всех видов.</p>	$S_1$	$S_2$	$S_3$		$P_1$	0,24	0,36	0,4	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$		0,0	0,2	0,1	0,0	0,7
$S_1$	$S_2$	$S_3$																		
$P_1$	0,24	0,36	0,4																	
$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$																	
0,0	0,2	0,1	0,0	0,7																
3.3 Виды моделей	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Классификация случайных процессов.</li> <li>– Способы продвижения модельного времени.</li> <li>– Модель противоборства двух сторон.</li> <li>– Модель противоборства как процесс блуждания по решетке.</li> </ul>	<p>1. На узел связи поступают заявки на передачу сообщений. Интервалы времени поступления заявок подчинены показательному закону с математическим ожиданием <math>T_1</math>. На узле связи имеются два канала передачи данных. При поступлении очередной заявки в интервале времени <math>[0; T_2]</math> вероятности того, что каналы <math>A</math> и <math>B</math> будут свободны, соответственно равны <math>P_{1A}</math> и <math>P_{1B}</math>. При поступлении заявок после времени <math>T_2</math> вероятности того, что каналы <math>A</math> и <math>B</math> будут свободны, соответственно равны <math>P_{2A}</math> и <math>P_{2B}</math>. Сообщение передается по любому свободному каналу. Если оба канала заняты, заявка теряется. Требуется построить алгоритм имитационной модели с целью определения абсолютного и относительного числа обслуженных заявок (вероятности обслуживания) из их общего количества, поступивших на узел связи за время моделирования <math>T_3</math>.</p> <p>2. В ремонтное подразделение поступают вышедшие из строя средства связи (СС) с интервалами времени <math>T_i</math>, распределенными по экспоненциальному закону. В каждом СС могут быть неисправными в любом сочетании блоки <math>A, B, C</math>. Вероятности выхода из строя блоков — <math>P_A, P_B, P_C</math> соответственно. Ремонт производится путем замены</p>																		

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
		<p>неисправных блоков исправными. В момент поступления неисправного СС вероятности наличия исправных блоков — <math>P_{нА}</math>, <math>P_{нВ}</math>, <math>P_{нС}</math> соответственно. При отсутствии хотя бы одного из исправных блоков <math>A, B, C</math> ремонт неисправного СС не производится. При наличии всех исправных блоков <math>A, B, C</math> средство связи ремонтируется. Время ремонта подчиняется экспоненциальному закону со средним значением <math>T_3</math>. СС также не ремонтируется, если имеются исправные блоки <math>A, B, C</math>, но ремонтное подразделение занято ремонтом предыдущего СС.</p> <p>Требуется построить алгоритм имитационной модели с целью определения абсолютного и относительного (вероятности ремонта) количества отремонтированных СС с неисправными блоками <math>A, B, C</math> и <math>A, B</math> из общего количества поступивших в ремонт СС за время <math>T_2</math>.</p>
3.4 Имитационное моделирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Типовая схема имитационной модели с продвижением времени по событиям.</li> <li>– Имитационная модель системы массового обслуживания</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить графическое представление многофазной системы массового обслуживания по конкретным значениям (уточнить у преподавателя).</li> <li>2. Построить схему имитационной модели СМО по конкретным значениям (уточнить у преподавателя).</li> </ol>
<b>Раздел 4 Планирование экспериментов</b>		
4.1 Планирование экспериментов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сущность и цели планирования эксперимента.</li> <li>– Элементы стратегического планирования экспериментов.</li> <li>– Стандартные планы.</li> <li>– Формальный подход к сокращению общего числа прогонов.</li> <li>– Элементы тактического планирования.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планируется провести компьютерный эксперимент, в котором на отклик модели влияют три фактора. Для каждого фактора установлены три уровня. Требования по точности и достоверности требуют 6000 прогонов модели на каждом уровне (для каждого наблюдения). Время одного прогона модели равно 2 с. Требуется оценить затраты времени на проведение эксперимента.</li> <li>2. Необходимо провести эксперимент с моделью, имеющей три двухуровневых фактора, с целью построения математической модели (вторичной модели) процесса в виде <math display="block">y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3.</math> </li> <li>3. Построить план «латинский квадрат» симметричного трехфакторного четырехуровневого эксперимента. Доминирующий фактор – <math>A</math>.</li> </ol>

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
4.2 Точность эксперимента	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Точность и количество реализаций модели при определении средних значений параметров.</li> <li>– Точность и количество реализаций модели при определении вероятностей исходов.</li> <li>– Точность и количество реализаций модели при зависимом ряде данных.</li> <li>– Проблема начальных условий</li> </ul>	<p>1. В результате предварительных прогонов модели <math>N^* = 1000</math> определена оценка дисперсии <math>S^2 = 10</math> ед.<sup>2</sup> Требуется определить число реализаций модели <math>N_1</math> и <math>N_2</math> для определения оценок математического ожидания и дисперсии случайной величины <math>a</math> соответственно с точностью <math>\epsilon = 0,1</math> и достоверностью <math>\alpha = 0,9</math>.</p> <p>2. Пусть вероятность свершения события <math>p</math> - ОД. Требуется определить число реализаций модели и затраты машинного времени для оценки данной вероятности с относительной точностью <math>d = 1\%</math> и достоверностью <math>\alpha = 0,9</math>. На выполнение одной реализации модели требуется 5 с.</p> <p>3. Сервер обрабатывает запросы, поступающие с автоматизированных рабочих мест (АРМ) с интервалами, распределенными по экспоненциальному закону со средним значением <math>T_1 = 2</math> мин. Вычислительная сложность запросов распределена по нормальному закону с математическим ожиданием <math>S_1 = 6 \cdot 10^7</math> оп. и средним квадратическим отклонением <math>S_2 = 2 \cdot 10^5</math> оп. Производительность сервера по обработке запросов <math>Q = 5 \cdot 10^5</math> оп/с. Требуется построить алгоритм имитационной модели с целью определения вероятности обработки запросов за время <math>T = 1</math> ч, исследовать зависимость вероятности обработки запросов от интервалов их поступления, вычислительной сложности и производительности сервера.</p>
<b>Раздел 5. Обработка результатов имитационного эксперимента</b>		
5.1 Требования и характеристики к результатам имитационного эксперимента	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристики случайных величин и процессов.</li> <li>– Требования к оценкам характеристик.</li> <li>– Оценка характеристик случайных величин и процессов.</li> <li>– Гистограмма.</li> </ul>	<p>1. Определить математическое ожидание случайной величины <math>a</math> – среднее арифметическое является несмещенной, состоятельной и эффективной.</p> $\bar{a} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i$ <p>по конкретным значениям (уточнить у преподавателя).</p> <p>2. Определить дисперсию случайной величины <math>a</math> – состоятельна, эффективна, но смещена. Смещение образовалось из-за того, что вместо неизвестного <math>M(a)</math> в формуле стоит оценка <math>\bar{a}</math>.</p> $S^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_i - \bar{a})^2$

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи																																																		
5.2 Методы обработки результатов имитационного эксперимента	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Элементы дисперсионного анализа.</li> <li>– Критерий Фишера.</li> <li>– Критерий Вилкоксона.</li> <li>– Однофакторный дисперсионный анализ.</li> <li>– Выявление несущественных факторов.</li> <li>– Сущность корреляционного анализа.</li> <li>– Обработка результатов эксперимента на основе регрессии</li> </ul>	<p>1. В организацию поступили две буссоли. Первая из них при измерении пять раз одного и того же угла показала дисперсию <math>S_1^2 = 0,1 \text{ град}^2</math>. По результатам семи измерений второй буссолью того же угла получена дисперсия <math>S_2^2 = 0,15 \text{ град}^2</math>. Однотипны ли буссоли? Одинаковы ли они по точности измерения углов? Выдвинем и проверим гипотезу об их однотипности для уровня значимости <math>\alpha = 10\%</math>.</p> <p>2. Необходимо проверить однотипность патронов к автомату Калашникова, изготовленных на трех заводах. Для получения необходимых для дисперсионного анализа данных автомат закрепили в специальном станке и сделали из него по 50 выстрелов патронами каждого завода. По результатам стрельбы измерялись радиальные отклонения пробоев от точки прицеливания. Результаты измерений приведены в табл.</p> <p style="text-align: center;">Результаты стрельбы</p> <table border="1" data-bbox="1050 996 1439 1115"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Завод</th> <th colspan="10">Эксперименты и отклонения, см</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>...</th> <th>26</th> <th>27</th> <th>...</th> <th>49</th> <th>50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>№1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>...</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>...</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>№2</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>...</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>...</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>№3</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>...</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>...</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Завод	Эксперименты и отклонения, см										1	2	3	...	26	27	...	49	50	№1	3	2	1	...	4	3	...	1	2	№2	2	0	4	...	3	2	...	2	3	№3	2	3	3	...	1	0	...	1	5
Завод	Эксперименты и отклонения, см																																																			
	1	2	3	...	26	27	...	49	50																																											
№1	3	2	1	...	4	3	...	1	2																																											
№2	2	0	4	...	3	2	...	2	3																																											
№3	2	3	3	...	1	0	...	1	5																																											
<b>Раздел 6. Современные теории имитационного моделирования</b>																																																				
6.1 Современные теории имитационного моделирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Распределенное имитационное моделирование.</li> <li>– Агентное моделирование</li> </ul>																																																			

Составитель: О. А. Кравцова, к.техн.наук, доцент кафедры информатики и общетехнических дисциплин.