

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора по учебной работе Л.Ю. Нагорная

«28» 08 2024



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные системы имитационного и статистического моделирования

Уровень образовательной программы магистратура

Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) Прикладная информатика в экономике и управлении

Форма обучения очная (очно-заочная, заочная)

Срок освоения ОП 2 года (2 года 3 месяца, 2 года 6 месяцев)

Институт Цифровых технологий

Кафедра разработчик РПД Прикладная информатика

Выпускающая кафедра Прикладная информатика

Начальник  
учебно-методического управления

[Signature]

Семенова Л.У.

Директор ИЦТ

[Signature]

Тебуев Д.Б.

Заведующий выпускающей кафедрой

[Signature]

Хапаева Л.Х.

г. Черкесск, 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Цели освоения дисциплины</b>	4
<b>2. Место дисциплины в структуре образовательной программы</b>	4
<b>3. Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>	5
<b>4. Структура и содержание дисциплины</b>	7
4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы	7
4.2. Содержание дисциплины	7
4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля	7
4.2.2. Лекционный курс	8
4.2.3. Лабораторный практикум	9
4.2.4. Практические занятия	10
4.3. Самостоятельная работа обучающегося	10
<b>5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</b>	11
<b>6. Образовательные технологии</b>	14
<b>7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины</b>	15
7.1. Список основной и дополнительной учебной литературы	15
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	16
7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение	16
<b>8. Материально-техническое обеспечение дисциплины</b>	17
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий	17
8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся	18
8.3. Требования к специализированному оборудованию	18
<b>9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья</b>	18
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств</b>	19
<b>Приложение 2. Аннотация дисциплины</b>	41
<b>Рецензия на рабочую программу</b>	42
<b>Лист переутверждения рабочей программы дисциплины</b>	43

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Информационные системы имитационного и статистического моделирования» является формирование у обучающихся;

- способности осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий;
- способности анализировать и обобщать результаты научных исследований с использованием статистических методов;
- способности применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем;
- фундаментальных знаний статистического и имитационного моделирования и навыков практического использования информационных технологий статистического и имитационного моделирования в экономической сфере деятельности, в частности в бизнес - аналитике.

При этом задачами дисциплины являются:

- изучение основных методов имитационного и статистического моделирования;
- изучение информационных технологий практической реализации статистического и имитационного моделирования экономических процессов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина «Информационные системы имитационного и статистического моделирования» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули), имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Методы и модели демографии	Производственная практика (преддипломная практика)
2	Производственная практика (научно-исследовательская работа)	
3	Производственная практика (научно-исследовательская практика)	

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Наименование компетенции (или ее части)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:
1	2	3	4
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК – 1.1 Логично и аргументированно формирует собственные суждения и оценки при анализе проблемных ситуаций УК – 1.2 Осуществляет анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода при формализации прикладных задач УК – 1.3 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию практического решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов
2	ПК-1	Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области проектирования и управления информационными системами в экономике	ПК-1.2 Анализирует и обобщает результаты научных исследований с использованием статистических методов ПК-1.4 Выполняет работы по моделированию прикладных ИС и мониторингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации согласно современным стандартам информационного взаимодействия систем, основам менеджмента, в том числе менеджмента качества ПК-1.5 Применяет современные методы и инструментальные средства прикладной информатики при выполнении научных исследований
3	ПК-5	Способен применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем	ПК-5.1 Применяет современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем ПК-5.4 Разрабатывает инструменты и методы проектирования бизнес-

		<p>систем различных классов и создания информационных систем</p>	<p>процессов заказчика для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем</p> <p>ПК-5.6 Определяет методы и средства эффективного решения прикладных задач в условиях неопределенности</p>
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ РАБОТЫ

Очная и очно-заочная формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		№ 4 часов
1	2	3
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
<b>Контактная внеаудиторная работа, в том числе:</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>
Индивидуальные и групповые консультации	1,7	1,7
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СР) (всего)</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
Работа с книжными источниками	12	12
Работа с электронными источниками	12	12
Подготовка к лабораторным занятиям	10	10
Подготовка к коллоквиуму	5	5
Выполнение контрольной работы	6	6
Подготовка доклада	5	3
Подготовка к текущему тестовому контролю	10	10
Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	10	10
<b>Промежуточная аттестация</b>	зачет (З)	3
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>	Прием зач., час	0,3
	<b>часов</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		№ 4
		часов
1	2	3
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
<b>Контактная внеаудиторная работа, в том числе:</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Индивидуальные и групповые консультации	1	1
<b>Самостоятельная работа обучающегося (СР) (всего)</b>	<b>93</b>	<b>93</b>
Работа с книжными источниками	12	12
Работа с электронными источниками	12	12
Подготовка к лабораторным занятиям	12	12
Просмотр и конспектирование видеолекций	7	7
Подготовка к коллоквиуму	5	5
Выполнение контрольной работы	20	20
Подготовка доклада	5	3
Подготовка к текущему тестовому контролю	10	10
Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	10	10
<b>Промежуточная аттестация</b>	зачет (З)	3
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>	Прием зач., час	0,3
	СРО, час.	<b>3,7</b>
	<b>часов</b>	<b>108</b>
	зач. ед.	3

## 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.2.1. Разделы (темы) дисциплины, виды деятельности и формы контроля Очная и заочная формы обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущей и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	СР	все го	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>4</b>	Тема 1. Принципы моделирования случайных элементов	2	4	-	10	16	Коллоквиум, защита лабораторной работы

2.		Тема 2. Методы Монте-Карло и уменьшения дисперсии.	2	4	-	10	16	текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы
3.		Тема 3. Имитационное моделирование сложных систем.	4	6	-	20	30	Коллоквиум, текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы, контрольная работа
4.		Тема 4. Программное обеспечение рабочих областей имитационного моделирования	2	6	-	20	28	Доклад, текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы
5.		Тема 5. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.	2	4	-	10	26	Текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы
6.		Контактная внеаудиторная работа					1,7	Индивидуальные и групповые консультации
7.	<b>3</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>					<b>0,3</b>	<b>Зачет</b>
10.		<b>Итого:</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>70</b>	<b>108</b>	

#### Заочная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущей и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	СР	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>4</b>	Тема 1. Принципы моделирования случайных элементов.	2	2	-	15	19	Коллоквиум, защита лабораторной работы



2.		Тема 2. Методы Монте-Карло и уменьшения дисперсии		2	-	15	17	текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы
3.		Тема 3. Имитационное моделирование сложных систем.		-	-	20	20	Коллоквиум, текущий тестовый контроль, контрольная работа
4.		Тема 4. Программное обеспечение рабочих областей имитационного моделирования	2	2	-	20	24	Доклад, текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы
5.		Тема 5. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей		-	-	23	23	Текущий тестовый контроль,
6.		Контактная внеаудиторная работа					1	Индивидуальные и групповые консультации
7.	<b>3</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>					<b>4</b>	<b>Зачет</b>
8.		<b>Итого:</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>93</b>	<b>108</b>	

#### 4.2.2. Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы лекции	Содержание лекции	Всего часов		
				ОФО	ОЗФО	ЗФО
1	2	3	4	5	6	7
<b>Семестр 4</b>						
1.	Раздел 1. Принципы моделирования случайных элементов	Тема 1. Моделирование случайных, дискретных и непрерывных случайных величин	Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование непрерывных случайных величин.	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
2.	Раздел 2. Методы Монте-Карло и уменьшения	Тема 2. Схема метода Монте-Карло. Вычисление определенного интеграла	Общая схема метода Монте-Карло. Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло. Решение системы	<b>2</b>	<b>2</b>	

	дисперсии.	методом Монте-Карло.	алгебраических уравнений методом Монте-Карло. Методы уменьшения дисперсии.			
3.	Раздел 3. Имитационное моделирование сложных систем	Тема 3. Имитационное моделирование систем.	Имитационное моделирование систем.	4	4	
4.	Раздел 4. Программное обеспечение рабочих областей имитационного моделирования	Тема 4. Программное обеспечение рабочих областей имитационного моделирования	Основы имитационного моделирования в MS Excel. Введение в GPSS. Язык статистического программирования	2	2	2
5.	Раздел 5. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.	Тема 5. Разработка математической и статистической модели изучения прикладной системы.	Разработка математической модели изучения прикладной системы. Разработка статистических моделей основных элементов прикладной системы. Разработка, программирование и отладка имитационной модели системы. Анализ результатов имитационного моделирования. Составление отчета.	2	2	
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>12</b>	<b>12</b>	<b>4</b>

#### 4.2.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Всего часов		
				ОФО	ОЗФО	ЗФО
1	2	3	4	5	6	7
<b>Семестр 4</b>						
1.	Принципы моделирования случайных элементов.	Лабораторная работа №1	Генерирование последовательностей равномерно распределенных случайных величин	4	4	2

2.	Методы Монте-Карло и уменьшение дисперсии.	Лабораторная работа №2	Метод Монте-Карло	4	4	2
3.	Имитационное моделирование сложных систем.	Лабораторная работа №3	Решение задачи по имитационному моделированию системы массового обслуживания	6	6	-
4.	Программное обеспечение рабочих областей имитационного моделирования	Лабораторная работа 4.	Решение задачи по имитационному моделированию на языке статистического программирования	6	6	2
5.	Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.	Лабораторная работа №4	Модели динамики численности популяций.	4	4	-
ИТОГО часов в семестре:				<b>24</b>	<b>24</b>	<b>6</b>

#### 4.2.4. Практические занятия *(не предусмотрены)*

### 4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

#### Очная и очно-заочная формы обучения

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СР	Всего часов
1	3	4	5	6
<b>Семестр 4</b>				
1.	Раздел: Принципы моделирования случайных элементов	1.1.	Работа с книжными источниками	10
		1.2.	Работа с электронными источниками	
		1.3.	Подготовка к лабораторным занятиям	
		1.4.	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	
2.	Раздел: Методы Монте-Карло и уменьшение дисперсии	2.1.	Работа с книжными источниками	10
		2.2.	Работа с электронными источниками	
		2.3.	Подготовка к лабораторным занятиям	
		2.4.	Подготовка к текущему тестовому контролю	
3.	Раздел: Имитационное моделирование сложных систем.	3.1	Работа с книжными источниками	20
		3.2	Работа с электронными источниками	
		3.3	Подготовка к лабораторным занятиям	

		3.4	Подготовка к текущему тестовому контролю	
		3.5	Выполнение контрольной работы	
4.	Раздел: Программное обеспечение рабочих областей имитационного моделирования	4.1	Работа с книжными источниками	20
		4.2	Работа с электронными источниками	
		4.3	Подготовка к лабораторным занятиям	
		4.4	Подготовка доклада	
		4.5	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	
5.	Раздел: Технологические этапы создания и использования имитационных моделей	5.1	Работа с книжными источниками	10
		5.2	Работа с электронными источниками	
		5.3	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>52</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СР	Всего часов
1	3	4	5	6
<b>Семестр 4</b>				
1.	Раздел 1: Принципы моделирования случайных элементов.	1.1.	Работа с книжными источниками	15
		1.2.	Работа с электронными источниками	
		1.3.	Подготовка к лабораторным занятиям	
		1.4	Просмотр и конспектирование видеолекций	
2.	Раздел 2: Методы Монте-Карло и уменьшение дисперсии	2.1.	Работа с книжными источниками	15
		2.2.	Работа с электронными источниками	
		2.3.	Подготовка к лабораторным занятиям	
		2.4	Просмотр и конспектирование видеолекций	
3.	Раздел 3: Имитационное моделирование сложных систем.	3.1	Работа с книжными источниками	20
		3.2	Работа с электронными источниками	
		3.3	Подготовка к лабораторным занятиям	
		3.4	Подготовка к текущему тестовому контролю	
		3.5	Выполнение контрольной работы	
4.	Раздел 4: Программное обеспечение рабочих областей имитационного моделирования	4.1	Работа с книжными источниками	20
		4.2	Работа с электронными источниками	
		4.3	Подготовка к лабораторным занятиям	
		4.4	Подготовка доклада	
		4.5	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	

5.	Раздел 5: Технологические этапы создания и использования имитационных моделей	5.1	Работа с книжными источниками	23
		5.2	Работа с электронными источниками	
		5.3	Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>93</b>

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Методические указания для подготовки обучающихся к лекционным занятиям**

Основными формами обучения дисциплины являются лекции, лабораторные занятия, а также самостоятельная работа.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся демонстрацией видеофильмов, схем, плакатов, показом моделей, приборов, макетов, использование мультимедиа аппаратуры.

Лекция является основной формой учебной работы в вузе, она является наиболее важным средством теоретической подготовки обучающихся. Поэтому следует внимательно слушать лекцию, следуя за ходом мысли автора и обязательно вести ее конспект. Добросовестные, старательные записи лекций способствуют более глубокому пониманию и осмыслению материала. Не следует отчаиваться, если конспекты первых лекций окажутся не совсем удачными. Обучающийся должен постепенно овладевать техникой записи лекций.

Не надо стремиться к дословной, стенографической записи, записи все подряд. Это механический подход к слушанию лекции. Он отвлекает внимание на технику записи, а содержание лекции остается вне его пределов. Такая запись оказывается практически непригодной для использования. Главное – понять смысл сказанного, выделить главное, зафиксировать его в конспекте, а затем – те аргументы и факты, раскрывающие, доказывающие это главное. Надо следить за интонацией лектора. Как правило, преподаватель акцентирует внимание обучающихся на главном, выделяет важнейшие положения, выводы, произнося их громче и медленнее обычного. Обратите внимание на обязательность соблюдения таких правил записи лекций: отдельная тетрадь, чистота, аккуратность, наличие полей для дополнений и справок, нужный интервал между строчками (не мельчите, не уплотняйте записи). Хорошо выработать у себя систему сокращений слов, терминов, подчеркивать выводы, определения. Ни в коем случае нельзя делать «сплошных» записей, в которых трудно затем разобраться самому, а каждый раздел или новую мысль лектора начинать с новой строки.

Хорошо, грамотно, «культурно» составленный конспект лекции - одно из основных условий успешной работы обучающегося в вузе.

На лекциях рекомендуется деятельность обучающегося в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование основных положений лекции. Основная дидактическая цель лекции — обеспечение ориентировочной основы для дальнейшего усвоения учебного материала.

Активно используются при чтении дисциплины лекция-диалог, лекция – визуализация, лекция – презентация.

Лекция – беседа, или «диалог с аудиторией», представляет собой непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Ее преимущество состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей аудитории.

### **5.2. Методические указания для подготовки обучающихся к лабораторным занятиям**

Лабораторные практикумы выполняются в соответствии с рабочим учебным планом при последовательном изучении тем дисциплины.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторного практикума, обучающемуся

необходимо:

- ознакомиться с соответствующими разделами программы дисциплины по учебной литературе, рекомендованной программой курса;
- получить от преподавателя рекомендации о порядке выполнения заданий;
- настроить под руководством преподавателя инструментальные средства, необходимые для проведения лабораторного практикума;
- получить от преподавателя индивидуальное задание и информацию о сроках выполнения, требованиях к оформлению, форме представления и критериях оценки результатов работы.

В ходе выполнения практикума необходимо следовать технологическим инструкциям, использовать материал лекций, рекомендованных учебников, источников интернета, активно использовать помощь преподавателя на занятии.

Задания к лабораторным занятиям указаны в методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Информационные системы имитационного и статистического моделирования» для обучающихся 2 курса направления подготовки 09.04.03 прикладная информатика

### **5.3. Методические указания для подготовки обучающихся к практическим занятиям - не предусмотрены**

### **5.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

#### **Работа с литературными источниками и интернет ресурсами**

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

#### **Методические рекомендации по проведению устного опроса.**

Устный опрос является одним из основных способов учета знаний обучающихся. Развернутый ответ обучающегося должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Основные качества устного ответа подлежащего оценке.

1. Правильность ответа по содержанию (учитывается количество и характер ошибок при ответе).
2. Полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных лексических единиц, грамматических правил и т. п.).
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).

4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией).

5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).

6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех обучающихся).

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

#### **Методические рекомендации по проведению коллоквиума.**

Коллоквиум - групповое обсуждение под руководством преподавателя достаточно широкого круга проблем, например, относительно самостоятельного большого раздела лекционного или практического курса.

На коллоквиум может быть вынесен раздел лекционного курса, знание которого должен продемонстрировать обучающийся. Коллоквиум проводится в форме собеседования преподавателя с обучающимися и содержит в себе элементы проверки знаний и консультации.

На современном этапе утвердились два вида проведения коллоквиумов - устного и письменного. В первом случае предполагается организация контроля в виде открытого диалога или группового обсуждения темы, во втором - проверка знаний обучающихся в виде письменного изложения ответов (развёрнутые ответы на вопросы, рефераты, эссе и т.д.)

Если коллоквиум проводится в письменной форме, то результаты деятельности обучающихся представляют собой:

- развёрнутые ответы на контрольные вопросы;
- решения контрольных заданий.

Объем одного блока вопросов содержит 20-30 вопросов.

1. Коллоквиум проводится, как правило, во внеаудиторное время. В порядке исключения с учетом наличия ресурсов обеспечения учебного процесса коллоквиум может быть проведён в аудиторное время, выделенное на изучение данной дисциплины.

2. В случае неудовлетворительного результата сдачи коллоквиума обучающемуся разрешается его пересдать в оставшийся до экзаменационной сессии период. При не сданном коллоквиуме обучающийся не допускается до экзамена по этой дисциплине

Особенности проведения устного коллоквиума по теме или разделу дисциплины: Собеседование ведется с каждым обучающимся индивидуально в присутствии малой группы (5-6 человек).

В случае затруднения обучающегося при ответе на поставленный вопрос, последний может быть переадресован другим. При этом обучающиеся могут дополнять друг друга, дискутировать, задавать вопросы, всесторонне обсуждая проблему. Таким образом, коллоквиум представляет собой групповую форму беседы преподавателя с обучающимися с целью выяснения их знаний.

При этом каждому выставляется дифференцированная оценка. На коллоквиуме обучающиеся могут пользоваться своими записями изученных материалов. Не следует сводить коллоквиум к семинару. Если семинар сегодня не рекомендуется проводить лишь вопросно-ответным методом, то на коллоквиуме такой метод является основным.

На коллоквиуме обучающийся должен продемонстрировать, что он:

- знает содержание и структуру лекционного или практического курса, отдельных её глав и параграфов (если на коллоквиум выносятся отдельные труд);



- уяснил логику изложения материала;
- умеет выделить узловые идеи и положения;
- умеет обобщать материал с помощью схем, таблиц, вопросов и делать записи прочитанного (сделать выписки, составить план, тезисы, аннотацию, резюме, конспект);
- видит связь изучаемой теории с практикой;
- имеет собственное мнение о прочитанном.

### **Методические рекомендации по подготовке обучающихся к тестированию.**

В современном образовательном процессе тестирование как новая форма оценки знаний занимает важное место и требует серьезного к себе отношения.

Цель тестирований в ходе учебного процесса обучающихся состоит не только в систематическом контроле за знанием точных дат, имен, событий, явлений, но и в развитии умения обучающихся выделять, анализировать и обобщать наиболее существенные связи, признаки и принципы разных исторических явлений и процессов. Одновременно тесты способствуют развитию творческого мышления, умению самостоятельно локализовать и соотносить исторические явления и процессы во времени и пространстве.

Как и любая другая форма подготовки к контролю знаний, тестирование имеет ряд особенностей, знание которых помогает успешно выполнить тест.

Можно дать следующие методические рекомендации:

- Прежде всего, следует внимательно изучить обучающемуся структуру теста, оценить объем времени, выделяемого на данный тест, увидеть, какого типа задания в нем содержатся. Это поможет настроиться на работу.
- Лучше начинать отвечать на те вопросы, в правильности решения которых нет сомнений, пока не останавливаясь на тех, которые могут вызвать долгие раздумья. Это позволит успокоиться и сосредоточиться на выполнении более трудных вопросов.
- Очень важно всегда внимательно читать задания до конца, не пытаясь понять условия «по первым словам» или выполнив подобные задания в предыдущих тестированиях. Такая спешка нередко приводит к досадным ошибкам в самых легких вопросах.
- Если Вы не знаете ответа на вопрос или не уверены в правильности, следует пропустить его и отметить, чтобы потом к нему вернуться.
- Психологи также советуют думать только о текущем задании. Как правило, задания в тестах не связаны друг с другом непосредственно, поэтому необходимо концентрироваться на данном вопросе и находить решения, подходящие именно к нему. Кроме того, выполнение этой рекомендации даст еще один психологический эффект – позволит забыть о неудаче в ответе на предыдущий вопрос, если таковая имела место.
- Многие задания можно быстрее решить, если не искать сразу правильный вариант ответа, а последовательно исключать те, которые явно не подходят. Метод исключения позволяет в итоге сконцентрировать внимание на одном-двух вероятных вариантах.
- Рассчитывать выполнение заданий нужно всегда так, чтобы осталось время на проверку и доработку (примерно 1/3-1/4 запланированного времени). Тогда вероятность описок сводится к нулю и имеется время, чтобы набрать максимум баллов на легких заданиях и сосредоточиться на решении более трудных, которые вначале пришлось пропустить.
- Процесс угадывания правильных ответов желательно свести к минимуму, так как это чревато тем, что обучающийся забудет о главном: умении использовать имеющиеся накопленные в учебном процессе знания, и будет надеяться на удачу.

Если уверенности в правильности ответа нет, но интуитивно появляется предпочтение, то психологи рекомендуют доверять интуиции, которая считается проявлением глубинных знаний и опыта, находящихся на уровне подсознания.

При подготовке к тесту не следует просто заучивать, необходимо понять логику изложенного материала. Этому немало способствует составление развернутого плана, таблиц, схем, внимательное изучение разделов курса. Большую помощь оказывают опубликованные сборники тестов, Интернет-тренажеры, позволяющие, во-первых, закрепить знания, во-вторых, приобрести соответствующие психологические навыки саморегуляции и самоконтроля. Именно такие навыки не только повышают эффективность подготовки, позволяют более успешно вести себя во время экзамена, но и вообще способствуют развитию навыков мыслительной работы.

### **Подготовка презентации и доклада**

Презентация, согласно толковому словарю русского языка Д.Н. Ушакова: «... способ подачи информации, в котором присутствуют рисунки, фотографии, анимация и звук». Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MS Word, Acrobat Reader, LaTeX-овский пакет beamer. Самая простая программа для создания презентаций – Microsoft PowerPoint. Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию.

Последовательность подготовки презентации:

1. Четко сформулировать цель презентации: вы хотите свою аудиторию мотивировать, убедить, заразить какой-то идеей или просто формально отчитаться.

2. Определить каков будет формат презентации: живое выступление (тогда, сколько будет его продолжительность) или электронная рассылка (каков будет контекст презентации).

3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления.

4. Определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их.

5. Определить виды визуализации (картинки) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала.

6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер).

7. Проверить визуальное восприятие презентации.

К видам визуализации относятся иллюстрации, образы, диаграммы, таблицы. Иллюстрация - представление реально существующего зрительного ряда. Образы – в отличие от иллюстраций - метафора. Их назначение - вызвать эмоцию и создать отношение к ней, воздействовать на аудиторию. С помощью хорошо продуманных и представляемых образов, информация может надолго остаться в памяти человека. Диаграмма - визуализация количественных и качественных связей. Их используют для убедительной демонстрации данных, для пространственного мышления в дополнение к логическому. Таблица - конкретный, наглядный и точный показ данных. Ее основное назначение - структурировать информацию, что порой облегчает восприятие данных аудиторией.

Практические советы по подготовке презентации готовьте отдельно:

- печатный текст + слайды + раздаточный материал;
- слайды - визуальная подача информации, которая должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто;
- текстовое содержание презентации – устная речь или чтение, которая должна включать аргументы, факты, доказательства и эмоции;
- рекомендуемое число слайдов 17-22;
- обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы

выступающего; план сообщения; краткие выводы из всего сказанного; список использованных источников;

- раздаточный материал – должен обеспечивать ту же глубину и охват, что и живое выступление: люди больше доверяют тому, что они могут унести с собой, чем исчезающим изображениям, слова и слайды забываются, а раздаточный материал остается постоянным осязаемым напоминанием; раздаточный материал важно раздавать в конце презентации; раздаточный материалы должны отличаться от слайдов, должны быть более информативными.

Тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме учебного занятия. Материалы при его подготовке, должны соответствовать научно-методическим требованиям вуза и быть указаны в докладе. Необходимо соблюдать регламент, оговоренный при получении задания. Иллюстрации должны быть достаточными, но не чрезмерными.

Работа обучающегося над докладом-презентацией включает отработку умения самостоятельно обобщать материал и делать выводы в заключении, умения ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей, отработку навыков ораторства, умения проводить диспут.

Докладчики должны знать и уметь: сообщать новую информацию; использовать технические средства; хорошо ориентироваться в теме всего семинарского занятия; дискутировать и быстро отвечать на заданные вопросы; четко выполнять установленный регламент (не более 10 минут); иметь представление о композиционной структуре доклада и др.

#### **Структура выступления**

Вступление помогает обеспечить успех выступления по любой тематике. Вступление должно содержать: название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.

Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы, которых всегда ждут слушатели

#### **Промежуточная аттестация**

По итогам 4 семестра проводится зачет. При подготовке к сдаче зачета рекомендуется пользоваться материалами практических занятий и материалами, изученными в ходе текущей самостоятельной работы.

Зачет проводится в устной или письменной форме, включает подготовку и ответы обучающегося на теоретические вопросы.

### **6. Образовательные технологии**

<b>№ п/п</b>	<b>№ семестра</b>	<b>Виды работы</b>	<b>Образовательные технологии</b>	<b>Всего часов</b>
1	2	3	4	5
1	2	Лекция: «Принципы моделирования случайных элементов».	Мультимедийные технологии	2

2	2	Лекция: «Методы Монте-Карло и уменьшение дисперсии»	Мультимедийные технологии	2
3	2	Лабораторная работа №1 Моделирование случайных, дискретных и непрерывных случайных величин.	Технология научно-исследовательского обучения	2
4	2	Лабораторная работа №2 Схема метода Монте-Карло. Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло.	Технология научно-исследовательского обучения	4

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Перечень основной и дополнительной литературы**

#### **Список основной литературы**

1. Лихтенштейн, В. Е. Математическое моделирование экономических процессов и систем : учебное пособие / В. Е. Лихтенштейн, Г. В. Росс. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 129 с. — ISBN 978-5-4486-0350-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/74969.html>
2. ахман, А. Д. Введение в стохастическое моделирование : учебное пособие / А. Д. Нахман, Ю. В. Родионов. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 89 с. — ISBN 978-5-4486-0168-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70761.html>
3. Черняева, С. Н. Имитационное моделирование систем : учебное пособие / С. Н. Черняева, В. В. Денисенко ; под редакцией Л. А. Коробова. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 96 с. — ISBN 978-5-00032-180-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/50630.html>

#### **Список дополнительной литературы**

1. Журавлева, Т. Ю. Практикум по дисциплине «Имитационное моделирование» / Т. Ю. Журавлева. — Саратов : Вузовское образование, 2015. — 35 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/27380.html>
2. Павловский, Ю.Н. Имитационное моделирование [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ Ю.Н. Павловский, Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский.- М.: Академия, 2008.- 240 с.
3. Салмина, Н. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н. Ю. Салмина. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2015. — 118 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70012.html>
4. Снетков, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие / Н. Н. Снетков. — Москва : Евразийский открытый институт, 2008. — 228 с. — ISBN 978-5-374-00079-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/10670.html>

#### **Методическая литература**

1. Тамбиева Д.А. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Информационные системы имитационного и статистического моделирования» для магистрантов 2 курса направления подготовки 09.04.03 Прикладная информатика/ Д.А. Тамбиева – Черкесск: БИЦ СевКавГГТА, 2017. – 2 п.л.

### **7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. База данных стандартов и регламентов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) <http://www.gost.ru>
2. [http:// www. rsl. ru /](http://www.rsl.ru/) - сайт Российской государственной библиотеки

3. <http://www.gpntb.ru/> - сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России
4. <http://elibrary.ru/> - сайт Научной электронной библиотеки
5. Образовательная платформа «Открытое образование» - [openedu.ru](https://openedu.ru)

### **7.3 Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение**

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
Microsoft Azure Dev Tools for Teaching 1. Windows 7, 8, 8.1, 10 2. Visual Studio 2008, 2010, 2013, 2019 5. Visio 2007, 2010, 2013 6. Project 2008, 2010, 2013 7. Access 2007, 2010, 2013 и т. д.	Идентификатор подписчика: 1203743421 Срок действия: 30.06.2022  (продление подписки)
MS Office 2003, 2007, 2010, 2013	Сведения об Open Office: 63143487, 63321452, 64026734, 6416302, 64344172, 64394739, 64468661, 64489816, 64537893, 64563149, 64990070, 65615073 Лицензия бессрочная
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный сертификат Серийный № 8DVG-V96F-H8S7-NRBC Срок действия: с 20.10.2022 до 22.10.2023
Цифровой образовательный ресурс IPRsmart	Лицензионный договор № 10423/23П от 30.06.2023 г. Срок действия: с 01.07.2023 г. до 01.07.2024г.

Свободное программное обеспечение:

WinDjView, Sumatra PDF, 7-Zip

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

#### **1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа**

Специализированная мебель:

Парты - 9шт., стулья - 29шт.; доска меловая - 1шт., кафедра настольная - 1шт., стул мягкий - 1шт., компьютерные столы-12шт., стол однотумбовый (преподавательский) -1шт., шкаф двухдверный - 1шт. Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации: Интерактивная доска- 1шт. Проектор - 1шт. ПК- 11шт.

#### **2. Лаборатория новых компьютерных технологий**

Специализированная мебель:

Доска меловая - 1шт., стол преподавательский - 1шт., парты - 8шт., стулья - 26шт., компьютерные столы - 10шт., стул мягкий – 1шт. Лабораторное оборудование, технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: ПК-10 шт.

#### **3. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.**

Специализированная мебель:

Доска меловая - 1шт., стол преподавательский - 1шт., парты - 8шт., стулья - 26шт., компьютерные столы - 10шт., стул мягкий – 1шт. Лабораторное оборудование, технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории: ПК-10 шт.

#### **4. Помещение для самостоятельной работы.**

##### **Библиотечно-издательский центр:**

Отдел обслуживания печатными изданиями

Специализированная мебель:

Рабочие столы на 1 место – 21 шт.

Стулья – 55 шт.

Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации:

Экран настенный -1шт.

Проектор -1 шт.

Ноутбук -1 шт.

Информационно-библиографический отдел.

Специализированная мебель:

Рабочие столы на 1 место - 6 шт.

Стулья - 6 шт.

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «СевКавГА»:

Персональный компьютер – 1шт.

Сканер -1 шт.

МФУ – 1шт.

Отдел обслуживания электронными изданиями

Специализированная мебель:

Рабочие столы на 1 место – 24 шт.

Стулья – 24 шт.

Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации:

Интерактивная система - 1 шт.

Монитор– 20 шт.

Монитор - 1 шт.

Сетевой терминал -18 шт.

Персональный компьютер -3 шт.

МФУ– 2 шт., Принтер–1шт.

#### **5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.**

Специализированная мебель: стеллажи, стул, кресло компьютерное, стол.

Профилактическое оборудование: перфоратор, аккумуляторная дрель-шуруповерт, наборы отверток, пылесос, клещи обжимные, тестер блоков питания, мультиметр, фен термовоздушный паяльный, паяльник; учебное пособие (персональный компьютер в комплекте), пассатижи, бокорезы; коммутатор, внешний DVD привод, внешний жесткий диск.

#### **8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся**

1. Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

2. Рабочие места обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **8.3. Требования к специализированному оборудованию**

- нет

## **9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ Информационные системы имитационного и статистического**  
**моделирования**

---

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Информационные системы имитационного и статистического моделирования

#### 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Индекс	Формулировка компетенции
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ПК-1	Способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области проектирования и управления информационными системами в экономике
ПК-5	Способен применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем различных классов и создания информационных систем

#### 2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

Разделы (темы) дисциплины	Формируемые компетенции (коды)		
	УК-1	ПК-1	ПК-5
Раздел 1: Принципы моделирования случайных элементов.	+	+	+
Раздел 2: Методы Монте-Карло и уменьшение дисперсии		+	+
Раздел 3: Имитационное моделирование сложных систем.		+	+
Раздел 4 Программное обеспечение рабочих областей имитационного моделирования.	+	+	+
Раздел 5. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей		+	+

## 2. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				Средства оценивания результатов обучения	
	неудовлетв	удовлетв	хорошо	отлично	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
<b>УК -1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</b>						
УК – 1.1 Логично и аргументированно формирует собственные суждения и оценки при анализе проблемных ситуаций	Не может логично и аргументированно формировать собственные суждения и оценки при анализе проблемных ситуаций	Частично умеет логично и аргументированно формировать собственные суждения и оценки при анализе проблемных ситуаций	Логично и аргументированно формирует собственные суждения и оценки при анализе проблемных ситуаций	На высоком уровне логично и аргументированно формирует собственные суждения и оценки при анализе проблемных ситуаций	Устный опрос защита лабораторной работы, контрольная работа Доклад	Зачет
УК – 1.2 Осуществляет анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода при формализации прикладных задач	Не умеет осуществлять анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода при формализации прикладных задач	Частично осуществляет анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода при формализации прикладных задач	Осуществляет контроль анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода при формализации прикладных задач	На высоком уровне осуществляет анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода при формализации прикладных задач	Устный опрос защита лабораторной работы, контрольная работа Доклад	Зачет
УК – 1.3 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию практического решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Не умеет разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию практического решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Частично умеет разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию практического решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию практического решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	В полной мере разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию практического решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Устный опрос защита лабораторной работы, контрольная работа Доклад	Зачет
<b>ПК-1 способен использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области проектирования и управления</b>						

ПК-1.2	Анализирует и обобщает результаты научных исследований с использованием статистических методов	Допускает существенные ошибки при анализе результатов научных исследований с использованием статистических методов	Допускает небольшие ошибки при анализе результатов научных исследований с использованием статистических методов	Анализирует и обобщает результаты научных исследований с использованием статистических методов	На высоком уровне осуществляет анализ и обобщение результатов научных исследований с использованием статистических методов	Устный опрос текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы, контрольная работа	Зачет
ПК-1.4	Выполняет работы по моделированию прикладных ИС и мониторингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации согласно современным стандартам информационного взаимодействия систем, основам менеджмента, в том числе менеджмента качества	Нет знаний по моделированию прикладных ИС и мониторингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации согласно современным стандартам информационного взаимодействия систем	Частичные знания по моделированию прикладных ИС и мониторингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации согласно современным стандартам информационного взаимодействия систем	Выполняет работы по моделированию прикладных ИС и мониторингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации согласно современным стандартам информационного взаимодействия систем, основам менеджмента, в том числе менеджмента качества	На высоком уровне выполняет работы по моделированию прикладных ИС и мониторингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации согласно современным стандартам информационного взаимодействия систем, основам менеджмента, в том числе менеджмента качества	Устный опрос текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы, контрольная работа	Зачет
ПК-1.5	Применяет современные методы и инструментальные средства прикладной информатики при выполнении научных исследований	Не знает современные методы и инструментальные средства прикладной информатики при выполнении научных исследований	Фрагментарно знает современные методы и инструментальные средства прикладной информатики при выполнении научных исследований	Применяет современные методы и инструментальные средства прикладной информатики при выполнении научных исследований	В полной мере применяет современные методы и инструментальные средства прикладной информатики при выполнении научных исследований	Устный опрос текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы, контрольная работа	Зачет
<b>ПК -5 Способен применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем различных классов и создания информационных систем</b>							
ПК-5.1	Применяет современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем	Допускает существенные ошибки в знании современных методов инструментальных средств прикладной информатики	Демонстрирует частичные знания принципов построения информационных систем, методов и инструментальных средств прикладной информатики	Демонстрирует знания принципов построения информационных систем, методы и инструментальные средства прикладной информатики	Раскрывает полное содержание принципов построения информационных систем; методы и инструментальные средства прикладной информатики	Коллоквиум, текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы, контрольная работа	Зачет

ПК-5.4 Разрабатывает инструменты и методы проектирования бизнес-процессов заказчика для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем	Не умеет разрабатывать инструменты и методы проектирования бизнес-процессов заказчика для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем	Частично разрабатывает инструменты и методы проектирования бизнес-процессов заказчика для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем	Разрабатывает инструменты и методы проектирования бизнес-процессов заказчика для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем	На высоком уровне разрабатывает инструменты и методы проектирования бизнес-процессов заказчика для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания информационных систем	Коллоквиум, текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы, контрольная работа	Зачет
ПК-5.6 Определяет методы и средства эффективного решения прикладных задач в условиях неопределенности	Не умеет решать прикладные задачи в условиях неопределенности с использованием информационных технологий статистического и имитационного моделирования	Частично решает прикладные задачи в условиях неопределенности с использованием информационных технологий статистического и имитационного моделирования	Решает прикладные задачи в условиях неопределенности с использованием информационных технологий статистического и имитационного моделирования	Эффективно решает прикладные задачи в условиях неопределенности с использованием информационных технологий статистического и имитационного моделирования	Коллоквиум, текущий тестовый контроль, защита лабораторной работы, контрольная работа	Зачет

## 4. Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине

Вопросы для устного опроса

по дисциплине: «Информационные системы имитационного и статистического моделирования»

### Вопросы к разделу 1.

1. Моделирование случайных величин.
2. Моделирование дискретных случайных величин.
3. Моделирование непрерывных случайных величин.
4. Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы).
5. Аналитическое исследование систем массового обслуживания (пример).
6. Сущность метода статистического моделирования. Примеры использования.
7. Объектно-ориентированная моделирующая система.

### Вопросы к разделу 2

1. Управление модельным временем. (принцип  $t$  и принцип  $z$ , механизм протяжки модельного времени)
2. Событийный и процессно-ориентированный подход к построению моделей.
3. Моделирование работы с материальными и информационными ресурсами.
4. Инструментальные средства моделирования.
5. Моделирование программных средств.

### Вопросы к разделу 3.

1. Универсальные методы моделирования.
2. Методы сбора исходных данных, в том числе статистических, при моделировании конкретных проектов ИВС.
3. Какими основными факторами определяется величина средней очереди в системе массового обслуживания?
4. Общая схема метода Монте-Карло.
5. Какой физический смысл имеет параметр «интенсивность» экспоненциального распределения вероятностей?
6. Перечислите основные показатели эффективности функционирования СМО.
7. Как интерпретируется значение коэффициента загрузки  $\rho$ ? Какие значения может принимать  $\rho$  в стационарном режиме?
8. Укажите значения основных характеристик (границы диапазона возможных значений, дисперсию и коэффициент вариации) равномерного распределения вероятностей типа  $R$  при заданном  $m$ . о.  $x$ . Обоснуйте ответ.

### Вопросы к разделу 4.

1. Укажите основные характеристики равномерного  $RT$ -распределения и обоснуйте ответ.
2. Перечислите основные характеристики распределения Эрланга.
3. Перечислите основные характеристики гиперэкспоненциального распределения вероятностей второго порядка.
4. Как изменяются основные характеристики случайной величины при её масштабном преобразовании (при умножении на постоянный коэффициент)?
5. Моделирование работы производственного участка.
6. Моделирование работы участка цеха.
7. Анализ результатов моделирования и принятие решений.

### Вопросы к зачету по дисциплине: «Информационные системы имитационного и статистического моделирования»

1. Статический анализ точности моделирования.
2. Моделирование дискретных случайных величин (ДСВ).

3. Понятие ДСВ. Общая схема алгоритма моделирования.
4. Алгоритмы моделирования для дискретных распределений.
5. Графический анализ точности моделирования.
6. Моделирование непрерывных случайных величин (НСВ).
7. Понятие НСВ. Универсальные методы моделирования НСВ.
8. Тесты проверки точности моделирования НСВ.
9. Алгоритмы моделирования для основных непрерывных распределений.
10. Метод Монте-Карло и его применения.
11. Общая схема метода Монте-Карло.
12. Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло.
13. Моделирование работы производственного участка.
14. Иммитационная модель системы.
15. Анализ результатов иммитационного моделирования.
16. Моделирование работы участка цеха.
17. Иммитационная модель системы.
18. Анализ результатов иммитационного моделирования.
19. Основные этапы имитационного моделирования.
20. Программирование имитационной модели.
21. Анализ результатов моделирования и принятие решений.
22. Разыгрывание дискретной случайной величины.
23. Разыгрывание непрерывной случайной величины.
24. Проверка статистических гипотез.
25. Использование законов распределения случайных величин при имитации экономических процессов.
26. Обобщенное распределение Эрланга.
27. Дискретный марковский процесс с дискретным временем.
28. Марковская однородная цепь.
29. Марковская неоднородная цепь.
30. Дискретный марковский процесс с непрерывным временем.
31. Пуассоновский стационарный (простейший) поток событий.
32. Пуассоновский нестационарный поток событий.
33. Компоненты и классификация моделей массового обслуживания.
34. Простейшая одноканальная модель с пуассоновским входным потоком с экспоненциальным распределением длительности обслуживания.
35. Одноканальная система массового обслуживания с ожиданием.
36. Многоканальная модель с пуассоновским входным потоком с
37. Экспоненциальным распределением длительности обслуживания.
38. Имитация основных процессов: генераторы, очереди узлы обслуживания, терминаторы.
39. Транзакты и их «семейства». Разомкнутые и замкнутые схемы моделей.

### **Вопросы для коллоквиума**

по дисциплине:

«Информационные системы имитационного и статистического моделирования»

1. Моделирование дискретных случайных величин (ДСВ).
2. Понятие ДСВ. Общая схема алгоритма моделирования.
3. Алгоритмы моделирования для дискретных распределений.
4. Графический анализ точности моделирования.
5. Моделирование непрерывных случайных величин (НСВ).

6. Понятие НСВ. Универсальные методы моделирования НСВ.
7. Тесты проверки точности моделирования НСВ.
8. Алгоритмы моделирования для основных непрерывных распределений.
9. Метод Монте-Карло и его применения.
10. Общая схема метода Монте-Карло.
11. Вычисление определенного интеграла методом Монте-Карло.
12. Моделирование работы производственного участка.
13. Иммитационная модель системы.
14. Анализ результатов иммитационного моделирования.
15. Моделирование работы участка цеха.
16. Иммитационная модель системы.
17. Анализ результатов иммитационного моделирования.
18. Основные этапы имитационного моделирования.
19. Программирование имитационной модели.
20. Анализ результатов моделирования и принятие решений.
21. Разыгрывание дискретной случайной величины.
22. Разыгрывание непрерывной случайной величины.
23. Проверка статистических гипотез.
24. Использование законов распределения случайных величин при имитации экономических процессов.
25. Обобщенное распределение Эрланга.
26. Дискретный марковский процесс с дискретным временем.
27. Марковская однородная цепь.
28. Марковская неоднородная цепь.
29. Дискретный марковский процесс с непрерывным временем.

### **Комплект заданий для контрольной работы**

по дисциплине: «Информационные системы имитационного и статистического моделирования»

**Тема: Методы Монте-Карло и уменьшения дисперсии.**

#### **Вариант 1**

Задание 1. Принципы построения алгоритмов моделирования систем массового обслуживания.

Задание 2. Моделирование наращенных сумм и современных величин платежа.

Задание 3. Обобщенное распределение Эрланга.

#### **Вариант 2.**

Задание 1. Моделирование величины реальной наращенной суммы платежей с учетом инфляции.

Задание 2. Моделирование обменного курса валют при двойной конверсии валют.

Задание 3. Выполнение статистического анализа бизнес-процессов в прикладных статистических пакетах.

#### **Вариант 3**

Задание 1. Инструментальные средства моделирования систем.

Задание 2. Динамические регрессионные модели. Задача прогноза.

Задание 3. Исследование на имитационной модели прогресса передачи данных в информационно-вычислительной сети

#### **Вариант 4.**

Задание 1. Основные понятия имитационному моделированию. Как измеряется риск и по



каким правилам выбирается один из двух альтернативных проектов?

Задание 2. Метод Монте-Карло.

Задание 3. Оценка погрешности метода Монте-Карло

### **Вариант 5.**

Задание 1. Марковская однородная цепь.

Задание 2. Марковская неоднородная цепь.

Задание 3. Дискретный марковский процесс с непрерывным временем

### **Вариант 6.**

Задание 1. Простейшая одноканальная модель с пуассоновским входным потоком

Задание 2. Экспоненциальным распределением длительности обслуживания.

Задание 3. Имитация основных процессов: генераторы, очереди узлы обслуживания, терминаторы.

### **Темы для докладов по дисциплине:**

«Информационные системы имитационного и статистического моделирования»

1. Принципы построения алгоритмов моделирования систем массового обслуживания.
2. Моделирование наращенных сумм и современных величин платежа.
3. Моделирование величины реальной наращенной суммы платежей с учетом инфляции.
4. Моделирование обменного курса валют при двойной конверсии валют.
5. Выполнение статистического анализа бизнес-процессов в прикладных статистических пакетах.
6. Инструментальные средства моделирования систем.
7. Динамические регрессионные модели. Задача прогноза.
8. Исследование на имитационной модели прогресса передачи данных в информационно-вычислительной сети
9. Основные понятия имитационному моделированию. Как измеряется риск и по
10. каким правилам выбирается один из двух альтернативных проектов?
11. Метод Монте-Карло.
12. Оценка погрешности метода Монте-Карло.
13. Разыгрывание дискретной случайной величины.
14. Разыгрывание непрерывной случайной величины.
15. Проверка статистических гипотез.
16. Использование законов распределения случайных величин при имитации
17. экономических процессов.
18. Обобщенное распределение Эрланга.
19. Дискретный марковский процесс с дискретным временем.
20. Марковская однородная цепь.
21. Марковская неоднородная цепь.
22. Дискретный марковский процесс с непрерывным временем.
23. Пуассоновский стационарный (простейший) поток событий.
24. Пуассоновский нестационарный поток событий.
25. Компоненты и классификация моделей массового обслуживания.
26. Простейшая одноканальная модель с пуассоновским входным потоком с
- экспоненциальным распределением длительности обслуживания.
27. Одноканальная система массового обслуживания с ожиданием.
28. Многоканальная модель с пуассоновским входным потоком
29. Экспоненциальным распределением длительности обслуживания.
30. Имитация основных процессов: генераторы, очереди узлы обслуживания,

- терминаторы.
31. Транзакты и их «семейства». Разомкнутые и замкнутые схемы моделей.

### Комплект тестовых вопросов и заданий

по дисциплине: «Информационные системы имитационного и статистического моделирования»

- (ПК-5) 1. (Вставить пропущенное слово)  
Марковская цепь называется \_\_\_\_\_, если переходные вероятности от времени не зависят, то есть от шага к шагу не меняются.
- (ПК-5) 2. (Вставить пропущенное слово)  
Марковская цепь называется \_\_\_\_\_, если если переходные вероятности зависят от времени
- (ПК-5) 3. (Вставить пропущенное слово)  
Поток событий называется \_\_\_\_\_, если его вероятностные характеристики не зависят от времени.
- (ПК-5) 4. Поток событий называется нестационарным, если
- его вероятностные характеристики зависят от времени;
  - его вероятностные характеристики не зависят от времени.
  - его вероятностные характеристики постоянны
- (ПК-1) 5. Интенсивность потока – это:
- частота появления события или среднее число событий, поступающих в единицу времени;
  - последовательность однородных событий;
  - случайность характера потока заявок.
- (ПК-5) 6. Интенсивность потока обозначается:
- $\rho$ ;
  - $\mu$ ;
  - $\lambda$ ;
  - $\tau$ .
- (УК-1) 7. При сборе статистической информации методом повторений на основе имитационного моделирования для получения одного наблюдения используются
- Все данные, полученные в результате имитации
  - Данные, полученные в результате имитации, за исключением переходного периода
  - Данные из некоторого подынтервала периода имитации
- (УК-1) 8. При сборе статистической информации методом циклов количество наблюдений определяется
- Числом независимых прогонов имитационной модели
  - Количеством групп с одинаковыми начальными условиями +
  - Количеством интервалов, на которые разбит период имитации
- (ПК-1) 9. Выберите верное утверждение
- Метод обратных функций применяется для моделирования непрерывной случайной величины, функция распределения которой задана аналитически+
  - Метод обратных функций применяется для моделирования дискретной случайной величины
  - Метод обратных функций применяется для сбора статистической информации по результатам имитации
- (УК-1) 10. (Вставить пропущенное слово)  
Процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели называется

- a. процесс демонстрации моделей одежды в салоне мод; процесс неформальной (УК-1) 11. Модель — это:
  - a. фантастический образ реальной действительности;
  - b. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики;
  - c. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его существенные характеристики;

писание изучаемого объекта средствами изобразительного искусства;

(УК-1) 12. При изучении объекта реальной действительности можно создать:

- a. одну единственную модель;
- b. несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта;
- c. одну модель, отражающую совокупность признаков объекта;
- d. точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения;

(УК-1) 13. Процесс построения модели, как правило, предполагает:

- a. описание всех свойств исследуемого объекта;
- b. выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;
- c. выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;
- d. описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта; выделение не более трех существенных признаков объекта.

(УК-1) 14. Натурное моделирование это:

- a. моделирование, при котором в модели узнается моделируемый объект, то есть натурная модель всегда имеет визуальную схожесть с объектом- оригиналом; +
- b. создание математических формул, описывающих форму или поведение объекта-оригинала;
- c. моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта-оригинала;
- d. моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта-оригинала;
- e. создание таблицы, содержащей информацию об объекте-оригинале.

(ПК-5) 15. Информационной моделью объекта нельзя считать:

- a. описание объекта-оригинала с помощью математических формул;
- b. другой объект, не отражающий существенных признаков и свойств объекта-оригинала;
- c. совокупность данных в виде таблицы, содержащих информацию о качественных и количественных характеристиках объекта-оригинала;
- d. описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке;

(УК-1) 16. Математическая модель объекта — это:

- a. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала;
- b. описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта;
- c. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы;
- d. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение;

(УК-1) 17. (Вставить пропущенное слово)

Формула нахождения корней квадратного уравнения относится числу \_\_\_\_\_ моделей

(УК-1) 18. (Вставить пропущенное слово)

Описание объектов (или их свойств) в виде совокупности значений, размещаемых в таблице представляет собой \_\_\_\_\_ информационную модель.

(УК-1) 19. (Вставить пропущенное слово)

Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики относятся к \_\_\_\_\_ информационным моделям.

(ПК-1) 20. (Вставить пропущенное слово)

Описание глобальной компьютерной сети Интернет в виде системы взаимосвязанных следует рассматривать как \_\_\_\_\_ модель

(ПК-1) 21. Производитель прекращает производство продукции, если

- a. Цена снижается до нуля
- b. Цена становится ниже минимума средних издержек
- c. Цена становится ниже минимума средних постоянных издержек
- d. Цена становится ниже минимума средних переменных издержек
- e. Цена становится ниже минимума предельных издержек

(ПК-1) 22. Постоянные издержки

- a. Постоянны с течением времени
- b. Не зависят от объема производства
- c. Равны нулю при нулевом объеме производства
- d. Равны переменным издержкам
- e. Все ответы верны

(ПК-5) 23. Главный критерий деятельности фирмы – это

- a. Максимизация объема производства
- b. Максимизация цены
- c. Минимизация издержек
- d. Максимизация выручки
- e. Максимизация прибыли

(ПК-5) 24. Тип рынка, на котором присутствует несколько крупных производителей –

(ПК-1) 25. В каких моделях олигополии стратегической переменной является объем производства?

- a. Модель Курно
- b. Модель Стэкельберга
- c. Модель Бертрана
- d. Во всех, кроме модели Бертрана
- e. Во всех

(ПК-1) 26. Определить тип ценовой дискриминации, типичный для продажи билетов в музей

- a. Ценовая дискриминация первой степени
- b. Ценовая дискриминация второй степени
- c. Ценовая дискриминация третьей степени
- d. Ценовой дискриминации не наблюдается
- e. Однозначно определить тип невозможно

(ПК-1) 27. Что не является целью имитационного моделирования экономической системы?

- a. Мониторинг
- b. Прогноз
- c. Управление
- d. Минимизация издержек
- e. Всё упомянутое является

(ПК-1) 28. Какая из моделей не относится к микроэкономическим моделям?

- a. Модель паритета покупательной способности
- b. Модель Бертрана
- c. Модель Салопа
- d. Все модели – микроэкономические
- e. Все модели – макроэкономические

- (ПК-5) 29. График функции предложения является
- Возрастающим
  - Убывающим
  - Горизонтальным
  - Вертикальным
  - Зависит от рассматриваемого товара
- (ПК-5) 30. Что может являться причиной сдвига графика спроса?
- Уменьшение цены товара
  - Уменьшение цены дополняющего товара
  - Удорожание сырья
  - Увеличение акцизов
  - Разорение части фирм на рынке данного товара

### Лабораторный практикум

по дисциплине: «Информационные системы имитационного и статистического моделирования»

### Лабораторная работа № 1

#### Генерирование последовательностей равномерно распределенных случайных величин

1	$R_i = \lfloor i * \text{SQRT}(K1) / (K2) \rfloor$	34,764 – 85,234	0,2765 – 0,7892
---	--	-----------------	-----------------

Случайное число - это число, генерируемое посредством случайного процесса, который порождает любое число.

На практике используют три основных способа получения случайных чисел:

- аппаратный (физический) – случайные числа вырабатываются специальной электронной приставкой, служащей в качестве одного из внешних устройств компьютера;
- табличный – этот способ предполагает наличие файла, в котором хранятся случайные числа, в оперативной памяти или на внешнем носителе;
- алгоритмический – этот способ основан на формировании последовательностей произвольного набора чисел с помощью алгоритмов и составлении программ, реализующих эти алгоритмы.

Псевдослучайными последовательностями чисел называют вполне детерминированные числа, обладающие статистическими свойствами случайных чисел, определяемых путем их проверки специальными тестами и обладающие периодичностью, т.е. повторяемостью через определенные промежутки времени.

Для генерирования псевдослучайных чисел наибольшее распространение получили следующие методы:

- метод квадратов: в квадрат возведено текущее случайное число и из результатов средних разрядов выделяется следующее случайное число, которое используется далее;

- метод произведений: два следующих друг за другом случайные числа перемножают и из произведения средних разрядов выделяют следующее случайное число;

- мультипликативный конгруэнтный метод: в качестве текущего значения случайного числа выделяют остаток от деления произведения предыдущего случайного числа и постоянного множителя на постоянное число;

- смешанный конгруэнтный метод: этот метод отличается от предыдущего прибавлением к остатку от деления определенного постоянного числа.

По условию задан следующий алгоритм генерирования:

$$R_i = \lfloor i * \text{SQRT}(K1) / (K2) \rfloor$$

Задаем числа и из указанных диапазонов и подставляем в указанную формулу.

Полученное число округляем до целого и искомое случайное число получаем как разницу полученных чисел.

Пример:

$$K1 = 45,32678 \quad K2 = 0,53798$$

При  $i=25$  получим  $25 * \text{SQRT}(45,32678) / 0,53798 = 90,54898$

Отсюда, искомое случайное число в интервале  $[0,1]$   $R_{25} = 0,54898$ .

Математическое ожидание характеризует среднее значение случайной величины. Для последовательности  $X$ , состоящей из псевдослучайных  $N$  чисел, математическое ожидание будем определять по формуле:

$$M(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i$$

Дисперсией случайной величины называется математическое ожидание квадрата отклонения возможных значений от ее среднего значения:

$$D(X) = M(X^2) - [M(X)]^2$$

Среднеквадратическое отклонение вычисляется по следующей формуле:  $\sigma = \sqrt{D(X)}$

Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратичное отклонение равномерного распределения чисел в интервале  $[0,1]$  соответственно равны:

$$M(X) = 0,5 \quad D(X) = 1/12 = 0,0833, \quad \sigma = 0,2887$$

Представим таблицу, полученную с помощью Excel, в которой приведем 15 результатов работы генератора при различных его параметров для наборов из 300 чисел.

№ эксперимент а	Значения исходных параметров		М.о. $M(X)$	Дисперсия $D(X)$	СКВ $\sigma$	Погрешности		
	K1	K2				$M(X)$	$D(X)$	$\sigma$
1	45,32678	0,53798	0,4982	0,0831	0,2882	0,0018	0,0002	0,0005
2	50,62348	0,36548	0,4597	0,0810	0,2846	0,0403	0,0023	0,0041
3	62,43597	0,43257	0,5011	0,0830	0,2882	0,0011	0,0003	0,0005
4	71,23689	0,62379	0,4988	0,0829	0,2879	0,0012	0,0004	0,0008
5	80,26715	0,71537	0,4853	0,0828	0,2878	0,0147	0,0005	0,0009
6	48,03651	0,68234	0,4928	0,0832	0,2884	0,0072	0,0001	0,0003
7	53,13467	0,55424	0,4866	0,0834	0,2887	0,0134	0,0001	0,0000
8	46,13452	0,29346	0,5042	0,0852	0,2918	0,0042	0,0019	0,0031
9	25,34781	0,38466	0,4999	0,0834	0,2888	0,0001	0,0001	0,0001
10	61,23587	0,47619	0,5018	0,0833	0,2886	0,0018	0,0000	0,0001
11	80,23813	0,49328	0,5081	0,0828	0,2877	0,0081	0,0005	0,0010
12	77,03248	0,28346	0,5053	0,0834	0,2888	0,0053	0,0001	0,0001
13	64,13587	0,39458	0,5183	0,0832	0,2884	0,0183	0,0001	0,0003

14	42,1826 4	0,4316 8	0,4942	0,0830	0,288 1	0,005 8	0,000 3	0,000 6
15	84,0468 7	0,7513 8	0,5091	0,0831	0,288 2	0,009 1	0,000 2	0,000 5

Из таблицы находим, что наилучшими значениями параметров генератора, при которых математическое ожидание и дисперсия наиболее приближены к значениям равномерного распределения, являются  $K1=25,34781$  и  $K2=0,38466$ .

При указанных значениях параметров получены следующие 300 псевдослучайных чисел:

0,93663	0,87327	0,80990	0,74653	0,68316	0,61980	0,55643	0,49306	0,42969	0,36633
0,30296	0,23959	0,17622	0,11286	0,04949	0,98612	0,92276	0,85939	0,79602	0,73265
0,66929	0,60592	0,54255	0,47918	0,41582	0,35245	0,28908	0,22571	0,16235	0,09898
0,03561	0,97224	0,90888	0,84551	0,78214	0,71878	0,65541	0,59204	0,52867	0,46531
0,40194	0,33857	0,27520	0,21184	0,14847	0,08510	0,02173	0,95837	0,89500	0,83163
0,76827	0,70490	0,64153	0,57816	0,51480	0,45143	0,38806	0,32469	0,26133	0,19796
0,13459	0,07122	0,00786	0,94449	0,88112	0,81775	0,75439	0,69102	0,62765	0,56429
0,50092	0,43755	0,37418	0,31082	0,24745	0,18408	0,12071	0,05735	0,99398	0,93061
0,86724	0,80388	0,74051	0,67714	0,61378	0,55041	0,48704	0,42367	0,36031	0,29694
0,23357	0,17020	0,10684	0,04347	0,98010	0,91673	0,85337	0,79000	0,72663	0,66326
0,59990	0,53653	0,47316	0,40980	0,34643	0,28306	0,21969	0,15633	0,09296	0,02959
0,96622	0,90286	0,83949	0,77612	0,71275	0,64939	0,58602	0,52265	0,45929	0,39592
0,33255	0,26918	0,20582	0,14245	0,07908	0,01571	0,95235	0,88898	0,82561	0,76224
0,69888	0,63551	0,57214	0,50877	0,44541	0,38204	0,31867	0,25531	0,19194	0,12857
0,06520	0,00184	0,93847	0,87510	0,81173	0,74837	0,68500	0,62163	0,55826	0,49490
0,43153	0,36816	0,30480	0,24143	0,17806	0,11469	0,05133	0,98796	0,92459	0,86122
0,79786	0,73449	0,67112	0,60775	0,54439	0,48102	0,41765	0,35428	0,29092	0,22755
0,16418	0,10082	0,03745	0,97408	0,91071	0,84735	0,78398	0,72061	0,65724	0,59388
0,53051	0,46714	0,40377	0,34041	0,27704	0,21367	0,15031	0,08694	0,02357	0,96020
0,89684	0,83347	0,77010	0,70673	0,64337	0,58000	0,51663	0,45326	0,38990	0,32653
0,26316	0,19979	0,13643	0,07306	0,00969	0,94633	0,88296	0,81959	0,75622	0,69286
0,62949	0,56612	0,50275	0,43939	0,37602	0,31265	0,24928	0,18592	0,12255	0,05918
0,99582	0,93245	0,86908	0,80571	0,74235	0,67898	0,61561	0,55224	0,48888	0,42551
0,36214	0,29877	0,23541	0,17204	0,10867	0,04530	0,98194	0,91857	0,85520	0,79184
0,72847	0,66510	0,60173	0,53837	0,47500	0,41163	0,34826	0,28490	0,22153	0,15816
0,09479	0,03143	0,96806	0,90469	0,84133	0,77796	0,71459	0,65122	0,58786	0,52449
0,46112	0,39775	0,33439	0,27102	0,20765	0,14428	0,08092	0,01755	0,95418	0,89081
0,82745	0,76408	0,70071	0,63735	0,57398	0,51061	0,44724	0,38388	0,32051	0,25714
0,19377	0,13041	0,06704	0,00367	0,94030	0,87694	0,81357	0,75020	0,68684	0,62347
0,56010	0,49673	0,43337	0,37000	0,30663	0,24326	0,17990	0,11653	0,05316	0,98979

Определим математическое ожидание, дисперсию и квадратическое отклонение по первой сотне чисел, по двум и по трем сотням чисел:

	М.о. $M(X)$	Дисперсия $D(X)$	СКО $\sigma$	Погрешности		
				$M(X)$	$D(X)$	$\sigma$
1 группа	0,5200	0,0837	0,2894	0,0200	0,0004	0,0004
2 группа	0,5066	0,0817	0,2859	0,0016	0,0024	0,0024

3 группа	0,4999	0,0834	0,2888	0,0001	0,0001	0,0001
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

**Вывод:** построенный генератор случайных чисел позволяет получить последовательность псевдослучайных чисел, математическое ожидание и дисперсия которой наиболее приближены к теоретическим значениям равномерного распределения; определение этих параметров для первой сотни чисел, по двум и по трем сотням чисел для наилучших значений параметров генератора показывает, что чем больше количество псевдослучайных чисел, тем ближе указанные статистические показатели к теоретическим значениям равномерного распределения.



## Лабораторная работа № 2 Метод Монте-Карло

### Задание

Кондитерская К снабжает своей продукцией несколько магазинов. Наряду со стандартным ассортиментом кондитерская выпекает некое фирменное печенье «Амброзия», являющееся ударным продуктом и определяющее имидж фирмы. Менеджер кондитерской просит о консультации, чтобы определить количество печенья, которое он должен выпекать каждый день. Из анализа накопившихся данных он оценивает спрос на печенье в среднем в 2500 упаковок по дюжине печений в день и стандартном отклонении спроса около 200 упаковок.

Каждая упаковка продается за 30 рублей, а стоит изготовителю 20 руб., что включает обработку и перевозку. Печенье, которое не удалось передать в магазины до конца дня, уценивается до 13 руб. и по этой цене обычно целиком продается на следующий день как товар более низкого сорта.

- Сколько печенья Вы посоветуете печь ежедневно?
- Какова при этом будет средняя величина прибыли (используйте метод Монте-Карло)?
- Очевидно, что фирма несет издержки и в случае, если возник дефицит печенья, и в случае, если некоторая часть печенья осталась не раскупленной. Какую сумму в среднем он теряет на избытке и на недостатке печенья при оптимальном заказе (используйте метод Монте-Карло)?
- Как изменятся ответы на вопросы а, и б и с, если стандартное отклонение увеличится до 300 упаковок?

Указание: для ответа на вопрос Б, используйте моделирование Монте-Карло

Решение.

а. Это однопериодная модель заказа. Используем формулу:

$$Q_{\text{опт}} = d + z_{\alpha} \cdot s$$

где

$d = 2500$  - ожидаемый размер спроса

$s = 200$  - стандартное отклонение спроса

$z_{\alpha}$  - НОРМСТОБР(1- $\alpha$ )

$$\alpha = \frac{(c - p_{\text{уцен}})}{(p - c) + (c - p_{\text{уцен}})}$$

$c$  - себестоимость, 20 руб.

$p$  - нормальная цена, 30 руб.

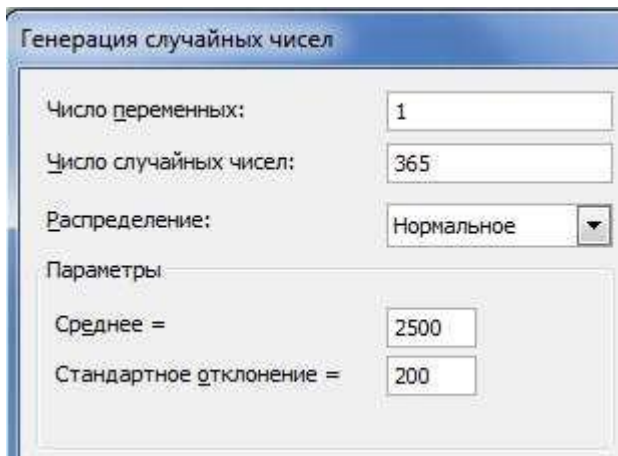
$p_{\text{уцен}}$  - цена при распродаже, 13 руб.

$$\alpha = \frac{(20 - 13)}{(30 - 20) + (20 - 13)} = 0,41$$

$$z_{\alpha} = 0,223$$

$$Q_{\text{опт}} = 2500 + 0,223 \cdot 200 \approx 2545 \text{ пачек печенья}$$

б. Далее смоделируем случайный спрос за год (365 дней), для этого используем генерацию случайных чисел



- 1) находим целый спрос, для этого округляем случайные значения до целых.
- 2) находим разницы - если спрос выше запаса (2545 пачек), и если спрос ниже запаса, рассчитываем прибыль за каждый день:  
 если спрос выше запаса: (нормальная цена – себестоимость) \* запас + цена распродажи \* разницу  
 если спрос ниже запаса: нормальная цена \* спрос – себестоимость \* запас

N2		fx =ЕСЛИ(L2>0;(\$F\$3-\$F\$4)*\$F\$10+L2*\$F\$5;\$F\$3*K2-\$F\$10*\$F\$4)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	Ожидаемый спрос	<i>d</i>				2500			День	Спрос	Целый спрос	Спрос выше запаса	Спрос ниже запаса	Прибыль	
2	Отклонение	<i>s</i>				200			1	2580,05	2580	35	0	25 905,00 ₺	
3	Нормальная цена	<i>p</i>				30,00р.			2	2081,74	2082	0	463	11 560,00 ₺	
4	Себестоимость	<i>c</i>				20,00р.			3	2522,31	2522	0	23	24 760,00 ₺	
5	Цена при распродаже	<i>p<sub>уцен</sub></i>				13,00р.			4	2337,4	2337	0	208	19 210,00 ₺	
6	Параметр	<i>α</i>				0,41			5	2625,18	2625	80	0	26 490,00 ₺	

Получаем среднюю дневную прибыль:

Ожидаемая прибыль	<i>Pr</i>	23 003,48 ₺
-------------------	-----------	-------------

с. Очевидно, что фирма несет издержки и в случае, если возник дефицит печенья (спрос выше запаса), и в случае, если некоторая часть печенья осталась не раскупленной (спрос ниже запаса). Какую сумму в среднем он теряет на избытке и на недостатке печенья при оптимальном заказе (используйте метод Монте-Карло)?

Расширим нашу таблицу.

Потери на избытке (спрос ниже запаса) = (запас – спрос) \* (себестоимость - цена распродажи)  
 Потери на дефиците (спрос выше запаса) = (спрос – запас) \* (нормальная цена - себестоимость)

P2    fx    =L2\*(\$F\$3-\$F\$4)

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	2500			День	Спрос	Целый спрос	Спрос выше запаса	Спрос ниже запаса	Прибыль	Потери на избытке	Потери на дефиците
2	200			1	2580,05	2580	35	0	25 905,00 Р	- Р	350,00 Р
3	30,00р.			2	2081,74	2082	0	463	11 560,00 Р	3 241,00 Р	- Р
4	20,00р.			3	2522,31	2522	0	23	24 760,00 Р	161,00 Р	- Р
5	13,00р.			4	2337,4	2337	0	208	19 210,00 Р	1 456,00 Р	- Р
6	0,41			5	2625,18	2625	80	0	26 490,00 Р	- Р	800,00 Р
7	0,223			6	2435,21	2435	0	110	22 150,00 Р	770,00 Р	- Р
8	59,46			7	3078,12	3078	533	0	32 379,00 Р	- Р	5 330,00 Р

Находим средние потери.

F13    fx    =СУММ(O2:O366)/СЧЁТЕСЛИ(O2:O366;">0")

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
10	Оптимальный запас			D		2545			9	3013,43
11									10	2146,51
12	Ожидаемая прибыль			Pr		23 003,48 Р			11	2353,29
13	Потери на избытке					1 188,16 Р			12	2402,13
14	Потери на дефиците					1 504,89 Р			13	2601,51

Найдем параметры при отклонении 300 упаковок?

Ожидаемый спрос	d	2500	День	Спрос	Целый спрос	Спрос выше запаса	Спрос ниже запаса	Прибыль	Потери на избытке	Потери на дефиците
Отклонение	s	300	1	2373,11	2373	0	194	19 850,00 Р	1 358,00 Р	- Р
Нормальная цена	p	30,00р.	2	2731,71	2732	165	0	27 815,00 Р	- Р	1 650,00 Р
Себестоимость	c	20,00р.	3	2835,84	2836	269	0	29 167,00 Р	- Р	2 690,00 Р
Цена при распродаже	p <sub>уцен</sub>	13,00р.	4	2381,32	2381	0	186	20 090,00 Р	1 302,00 Р	- Р
Параметр	α	0,41	5	2217,73	2218	0	349	15 200,00 Р	2 443,00 Р	- Р
Параметр	z <sub>α</sub>	0,223	6	2971,26	2971	404	0	30 922,00 Р	- Р	4 040,00 Р
Параметр	E(α)	89,20	7	2337,63	2338	0	229	18 800,00 Р	1 603,00 Р	- Р
			8	2530,7	2531	0	36	24 590,00 Р	252,00 Р	- Р
Оптимальный запас	D	2567	9	2545,23	2545	0	22	25 010,00 Р	154,00 Р	- Р
			10	2672,62	2673	106	0	27 048,00 Р	- Р	1 060,00 Р
Ожидаемая прибыль	Pr	22 428,24 Р	11	2595,24	2595	28	0	26 034,00 Р	- Р	280,00 Р
Потери на избытке		1 810,87 Р	12	2235,93	2236	0	331	15 740,00 Р	2 317,00 Р	- Р
Потери на дефиците		2 216,06 Р	13	2825,1	2825	258	0	29 024,00 Р	- Р	2 580,00 Р

Размер запаса увеличивается (стало 2567 – было 2545)

Средняя прибыль уменьшается (стало 22 428,24 р. – было 23 003,48 р.)

Потери на избытке увеличиваются (стало 1 810,87 р. – было 1 188,16 р.)

Потери на дефиците увеличиваются (стало 2 216,06 р. – было 1 504,89 р.)

### Лабораторная работа № 3

#### Решение задачи по имитационному моделированию системы массового обслуживания

Имеется  $n=4$  вагонов, которые могут выходить из строя и требовать обслуживающего персонала.

Время нормального функционирования вагонов  $\alpha$  - СВ с экспоненциальным законом распределения

$$P(\alpha < t) = 1 - e^{-at} = 1 - e^{-2t}.$$

Время ремонта (восстановления) вагона  $\beta$  - СВ с экспоненциальным законом распределения

$$P(\beta < t) = 1 - e^{-bt} = 1 - e^{-5t}.$$

Обозначим через  $P_k (k = 0, \dots, n)$  - стационарную вероятность простоя  $K$  вагонов. Для подсчета искомых величин используем формулу:

$$P_0 = \left\{ \sum_{k=0}^m C_n^k \rho^k + \sum_{k=m+1}^n C_n^k \frac{k! \rho^k}{m! m^{k-m}} \right\}^{-1}$$

$$P_k = \begin{cases} P_0 \rho^k C_n^k & \text{если } 0 < k \leq m \\ P_0 \rho^k \frac{n!}{(n-k)! m! m^{k-m}} & \text{если } m < k \leq n \end{cases}$$

где

$P_0$  – вероятность того, что простаивает 0 вагонов

$P_k$  – вероятность того, что простаивает  $k$  вагонов

$$\rho = \frac{a}{b}$$

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

Известно, что сумма всех вероятностей равна 1.

$$\sum_{k=0}^n P_k = 1$$

Среднее время числа простаивающих вагонов:

$$\bar{n} = \sum_{k=0}^n k \cdot P_k$$

Среднее число занятых рабочих.

$$\bar{m} = \sum_{k=1}^m k \cdot P_k + m \sum_{k=m+1}^n P_k$$

Необходимо определить:

1. Стационарные вероятности системы.
2. Проверить правильность вычислений.
3. Вычислить среднее время числа простаивающих вагонов
4. Вычислить среднее число занятых рабочих

#### Решение

Расчеты автоматизируем в Excel. Вводим исходные данные:

	A	B
1	a =	2
2	b =	5
3	m =	3
4	n =	4

Рассчитываем показатель

$$\rho = \frac{a}{b}$$

B6		fx =B1/B2	
	A	B	C
1	a =	2	
2	b =	5	
3	m =	3	
4	n =	4	
5			
6	ρ =	0,4	

Составляем таблицу возможных значений k, и рассчитываем значения по формуле

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

ЧИСЛОКОМБ(n;k)

B9		fx =ЧИСЛОКОМБ(\$B\$4;B8)				
	A	B	C	D	E	F
1	a =	2				
2	b =	5				
3	m =	3				
4	n =	4				
5						
6	ρ =	0,4				
7						
8	k =	0	1	2	3	4
9	C <sub>n</sub> <sup>k</sup> =	1	4	6	4	1

Далее рассчитываем вероятности.

Сначала для k=0.

$$P_0 = \left\{ \sum_{k=0}^m C_n^k \rho^k + \sum_{k=m+1}^n C_n^k \frac{k! \rho^k}{m! m^{k-m}} \right\}^{-1}$$

B10		fx =1/(СУММПРОИЗВ(B9:E9;СТЕПЕНЬ(\$B\$6;B8:E8))+СУММПРОИЗВ(F9;ФАКТР(F8);СТЕПЕНЬ(\$B\$6;F8);1/СТЕПЕНЬ(\$B\$3;F8-\$B\$3))/ФАКТР(B3))											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	a =	2											
2	b =	5											
3	m =	3											
4	n =	4											
5													
6	ρ =	0,4											
7													
8	k =	0	1	2	3	4							
9	C <sub>n</sub> <sup>k</sup> =	1	4	6	4	1							
10	P <sub>k</sub>	0,259731											

Далее:

$$P_k = P_0 \rho^k C_n^k \text{ если } 0 < k \leq m$$

Далее:

C10		fx = \$B\$10*\$C9*СТЕПЕНЬ(\$B\$6;C8)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	a =	2					
2	b =	5					
3	m =	3					
4	n =	4					
5							
6	ρ =	0,4					
7							
8	k =	0	1	2	3	4	
9	C <sub>n</sub> <sup>k</sup> =	1	4	6	4	1	
10	P <sub>k</sub>	0,259731	0,41557	0,249342	0,066491		

$$P_k = P_0 \rho^k \frac{n!}{(n-k)!m!m^{k-m}} \text{ если } m < k \leq n$$

F10		fx = \$B\$10*СТЕПЕНЬ(\$B\$6;F8)*ФАКТР(\$B\$4)/(ФАКТР(\$B\$4-F8)*ФАКТР(\$B\$3)*СТЕПЕНЬ(\$B\$3;F8-\$B\$3))								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	a =	2								
2	b =	5								
3	m =	3								
4	n =	4								
5										
6	ρ =	0,4								
7										
8	k =	0	1	2	3	4				
9	C <sub>n</sub> <sup>k</sup> =	1	4	6	4	1				
10	P <sub>k</sub>	0,259731	0,41557	0,249342	0,066491	0,008865				

Проверяем правильность расчетов:

G10		fx = СУММ(B10:F10)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	a =	2					
2	b =	5					
3	m =	3					
4	n =	4					
5							
6	ρ =	0,4					
7							
8	k =	0	1	2	3	4	
9	C <sub>n</sub> <sup>k</sup> =	1	4	6	4	1	Сумма
10	P <sub>k</sub>	0,259731	0,41557	0,249342	0,066491	0,008865	1

Сумма равна 1, значит все верно.

Находим среднее время числа простаивающих вагонов

Находим среднее число занятых рабочих

B12		fx = СУММПРОИЗВ(B8:F8;B10:F10)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	a =	2					
2	b =	5					
3	m =	3					
4	n =	4					
5							
6	ρ =	0,4					
7							
8	k =	0	1	2	3	4	
9	C <sub>n</sub> <sup>k</sup> =	1	4	6	4	1	Сумма
10	P <sub>k</sub>	0,259731	0,41557	0,249342	0,066491	0,008865	1
11							
12	n <sub>ср</sub> =	1,14919					
13	m <sub>ср</sub> =						

B13      fx      =СУММПРОИЗВ(C8:E8;C10:E10)+B3\*СУММ(F10)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	a =	2						
2	b =	5						
3	m =	3						
4	n =	4						
5								
6	$\rho =$	0,4						
7								
8	k =	0	1	2	3	4		
9	$C_n^k =$	1	4	6	4	1	Сумма	
10	$P_k$	0,259731	0,41557	0,249342	0,066491	0,008865	1	
11								
12	$n_{cp} =$	1,14919						
13	$m_{cp} =$	1,140324						

Получаем решение задачи:

a =	2					
b =	5					
m =	3					
n =	4					
$\rho =$	0,4					
k =	0	1	2	3	4	
$C_n^k =$	1	4	6	4	1	Сумма
$P_k$	0,259731	0,41557	0,249342	0,066491	0,008865	1
$n_{cp} =$	1,14919					
$m_{cp} =$	1,140324					

## Лабораторная работа № 4 Модели динамики численности популяций

Цель работы: научиться использовать модели динамики популяций с помощью электронных таблиц.

Популяция—это совокупность особей одного вида, находящихся во взаимодействии между собой и совместно заселяющих общую территорию.

Основные характеристики популяции: численность, плотность, рождаемость, смертность, темп роста и др.

Все живые организмы теоретически способны к очень быстрому увеличению численности.

Способность к увеличению численности за данный промежуток времени называют биологическим потенциалом вида.

Рост численности в геометрической прогрессии называется экспоненциальным ростом.

Простейшая модель для вида с дискретными периодами размножения, в которой численность популяции в момент времени  $t$  равна  $N_t$  и изменяется во времени пропорционально величине основной чистой скорости, воспроизводства  $R$  может быть выражена уравнением

$$N_{t+1} = N_t \cdot R \quad (1)$$

решение которого имеет вид

$$N_t = N_0 \cdot R^t \quad (2)$$

$N_0$  - начальная численность популяции.

Эта модель описывает популяцию, в которой отсутствует конкуренция и в которой  $R$  является константой;  $R > 1$ , то численность будет бесконечно увеличиваться.

Конкуренцию можно определить как использование некоего ресурса (пищи, воды, света, пространства) каким-либо организмом, который тем самым уменьшает доступность этого ресурса для других организмов. Если конкурирующие организмы принадлежат к одному виду, то взаимоотношения между ними называют внутривидовой конкуренцией; если же они относятся к разным видам, то их взаимоотношения называют межвидовой конкуренцией.

Уравнение

$$N_{t+1} = \frac{N_t \cdot R}{1 + \alpha \cdot N_t} \quad (3)$$

Где

$$\alpha = \frac{R - 1}{K}$$

Это уравнение представляет собой модель роста популяции, ограниченного внутривидовой конкуренцией. Суть этой модели в том, что константа в уравнении

(1) заменена на фактическую скорость воспроизводства, т.е.

$$\frac{N_t \cdot R}{1 + \alpha \cdot N_t}$$

которая уменьшается по мере роста численности популяции  $N_t$ . Такой тип конкуренции приводит к саморегуляции численности популяции.

Построим компьютерные модели без учета и с учетом внутривидовой конкуренции с использованием электронных таблиц Excel.



Исходные данные задания:

В-т	Начальное количество элементов $N_0$	Скорость воспроизводства $R$	Максимум популяции $K$	Процент особей, воспроизводящих потомство	Год начала воспроизводства новых особей	Год начала изъятия особей из популяции	Количество Изъятия особей из популяции	Период воспроизводства
15	110	4	700	10	6	8	15	13

Модель роста популяции без учета конкуренции:

Модель роста популяции без учета конкуренции

Исходные данные

Начальное количество $N_0$	Скорость воспроизводства $R$
110	4

Результаты моделирования

Период воспроизведения	Размер популяции
1	440
2	1760
3	7040
4	28160
5	112640
6	450560
7	1802240
8	7208960
9	28835840
10	115343360

Зависимость скорости воспроизводства от численности популяции для модели роста популяции без учета внутривидовой конкуренции представлена на рис. 1.

Построим модель роста популяции с учетом внутривидовой конкуренции.

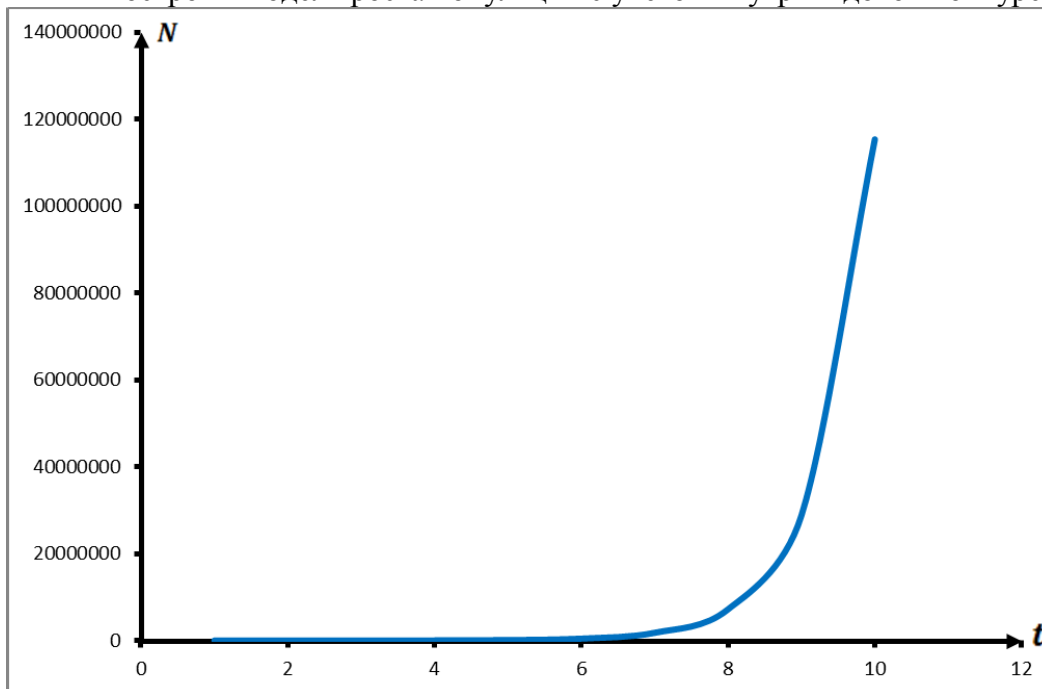


Рис.1. Изменение численности популяции согласно модели без учета внутривидовой конкуренции

Исходные данные

Начальное количество $N_0$	Скорость воспроизводства $R$	Максимум популяции $K$	Коэффициент $\alpha$
110	4	700	0,004

Период воспроизведения	Размер популяции
0	110
1	166
2	190
3	197
4	199
5	200
6	200
7	200
8	200
9	200
10	200

Зависимость скорости воспроизводства от численности популяции для модели роста популяции с учетом внутривидовой конкуренции представлена на рис.2.

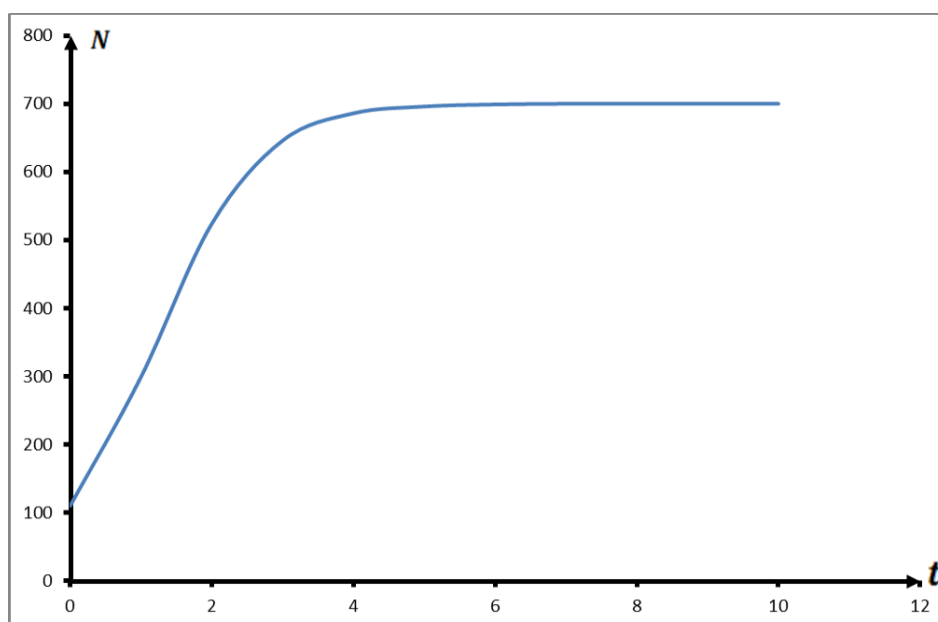


Рис.2. Изменение численности популяции согласно модели, ограниченной внутривидовой конкуренцией при  $4, K$

Изменим полученную модель для оценки возможности принудительного изъятия объектов популяции, не приводящих к гибели популяции.

Учитывая, что только 10% особей воспроизводит потомство, начиная с 6-го года, период воспроизводства составляет 13 лет, а также, что начиная с 8-го года начинается изъятие особей из популяции в количестве 15 особей, модель роста популяции с учетом внутривидовой конкуренции будет выглядеть следующим образом:

Представим результаты по построенной модели.

Зависимость скорости воспроизводства от численности популяции для построенной модели представлены на рис.3.

$$N_{t+1} = N_t, \quad t = \overline{0,5}$$

$$N_{t+1} = N_t + 0,1 \cdot \frac{N_t \cdot R}{1 + \alpha \cdot N_t}, \quad t = \overline{6,7}$$

$$N_{t+1} = N_t + 0,1 \cdot \frac{N_t \cdot R}{1 + \alpha \cdot N_t} - 15, \quad t = \overline{8,12}$$

$$N_{t+1} = N_t + 0,1 \cdot \frac{N_t \cdot R}{1 + \alpha \cdot N_t} - N_{t-12}, \quad t = \overline{13, \dots}$$

Период воспроизведения	Размер популяции
0	110
1	110
2	110
3	110
4	110
5	110
6	140
7	175
8	200
9	228
10	259
11	293
12	330
13	260
14	294
15	331
16	371
17	413
18	458
19	505
20	554

**Выводы:** проведенное моделирование позволяет заключить, что в модели роста популяции без учета внутривидовой конкуренции наблюдается неограниченное возрастание численности популяции; в модели роста популяции с учетом внутривидовой конкуренции наблюдается стабилизация численности популяции к определенному периоду; изменение модели роста популяции с учетом внутривидовой конкуренции (введение процента особей, воспроизводящих потомство; количество изъятых особей с определенного периода и т.п.) приводит к тому, что такая популяция не погибает, а ее численность возрастает скачкообразно, т.е. имеются периоды уменьшения численности по сравнению с предыдущим периодом, что связано с ограниченным периодом воспроизводства.

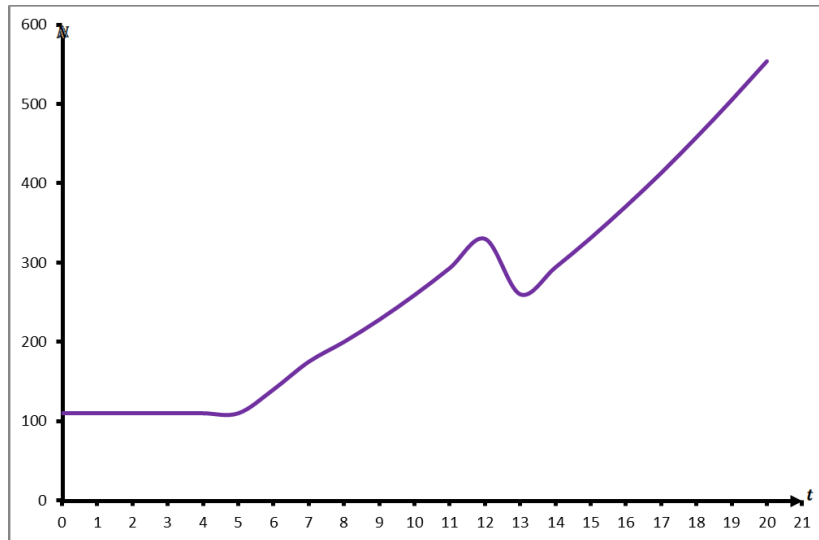


Рис.3. Модель роста популяции с учетом принудительного изъятия объектов популяции, не приводящих к гибели популяции

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции

### 5.1 Критерии оценки устного опроса:

- «отлично» выставляется обучающемуся, если:

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, правильно;
- при ответах выделялось главное, все теоретические положения умело увязывались с требованиями руководящих документов;
- ответы были четкими и краткими, а мысли излагались в логической последовательности;
- показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии;

- оценка «хорошо»:

- даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания;
- при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями руководящих документов;
- ответы в основном были краткими, но не всегда четкими.

- оценка «удовлетворительно»:

- даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования
- на уточняющие вопросы даны правильные ответы;
- при ответах не выделялось главное;
- ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности;
- на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы.

- оценка «неудовлетворительно»:

- не выполнены требования, предъявляемые к знаниям, оцениваемым “удовлетворительно”.

### 5.2 Критерии оценки ответа на зачете:

Ответ обучающегося на зачете оценивается одной из следующих оценок: «зачтено» и «незачтено», которые выставляются по следующим критериям

**Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если:**

даны исчерпывающие и обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно; при ответах выделялось главное, все теоретические положения умело увязывались с требованиями руководящих документов; ответы были четкими и краткими, а мысли излагались в логической последовательности; показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии;

даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания; при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями руководящих документов; ответы в основном были краткими, но не всегда четкими;

даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования, на уточняющие вопросы даны правильные ответы; ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности; на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы.

**Оценка «незачтено» выставляется обучающимся, если:**

ответы которых, носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что он не может дальше продолжать обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

**5.3 Критерии оценки контрольной работы:**

- «отлично» выставляется обучающемуся, если:

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, правильно;

- при ответах выделялось главное, все теоретические положения умело увязывались с требованиями руководящих документов;

- ответы были четкими и краткими, а мысли излагались в логической последовательности;

- показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии;

- оценка «хорошо»:

- даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания;

- при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями руководящих документов;

- ответы в основном были краткими, но не всегда четкими.

- оценка «удовлетворительно»:

- даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования

- на уточняющие вопросы даны правильные ответы;

- при ответах не выделялось главное;

- ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности;

- на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы.

- оценка «неудовлетворительно»:

- не выполнены требования, предъявляемые к знаниям, оцениваемым “удовлетворительно”.

**5.4. Критерии оценки ответа на коллоквиуме:**

- «отлично» выставляется обучающемуся, если:

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, правильно;

- при ответах выделялось главное, все теоретические положения умело увязывались с требованиями руководящих документов;

- ответы были четкими и краткими, а мысли излагались в логической последовательности;

- показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии;

- оценка «хорошо»:

- даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания;

- при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями руководящих документов;

- ответы в основном были краткими, но не всегда четкими.

- оценка «удовлетворительно»:
- даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования
- на уточняющие вопросы даны правильные ответы;
- при ответах не выделялось главное;
- ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности;
- на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы.
- оценка «неудовлетворительно»:
- не выполнены требования, предъявляемые к знаниям, оцениваемым “удовлетворительно”.

### **5.5. Критерии оценки докладов:**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если:
  - тема соответствует содержанию доклада;
  - широкий круг и адекватность использования литературных источников по проблеме;
  - правильное оформление ссылок на используемую литературу;
  - основные понятия проблемы изложены достаточно полно и глубоко;
  - отмечена грамотность и культура изложения;
  - соблюдены требования к оформлению и объему доклада;
  - материал систематизирован и структурирован;
  - сделаны обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу;
  - сделаны и аргументированы основные выводы;
  - отчетливо видна самостоятельность суждений;
- оценка «не зачтено»:
  - содержание не соответствует теме;
  - литературные источники выбраны не по теме, не актуальны;
  - нет ссылок на использованные источники информации;
  - тема не раскрыта;
  - в изложении встречается большое количество орфографических и стилистических ошибок;
  - требования к оформлению и объему материала не соблюдены;
  - структура доклада не соответствует требованиям методических указаний;
  - не проведен анализ материалов реферата;
  - нет выводов.

### **5.6 Критерии оценки лабораторных работ:**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, правильно решены лабораторные задания, при ответах выделялось главное, все теоретические положения умело увязывались с требованиями руководящих документов, ответы были четкими и краткими, а мысли излагались в логической последовательности, показано умение самостоятельно анализировать факты, события явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если даны полные, достаточно

обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены лабораторные задания; при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями руководящих документов; ответы в основном были краткими, но не всегда четкими и по существу;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования; на уточняющие вопросы даны правильные ответы; при ответах не выделялось главное; ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности; на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если даны неправильные ответы на большинство вопросов; обучающийся путается в определениях и понятиях; не владеет практическими навыками решения задач.

### **5.7. Критерии оценивания тестирования**

При тестировании все верные ответы берутся за 100%.

90%-100% отлично

75%-90% хорошо

60%-75% удовлетворительно менее 60% неудовлетворительно