Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Костровец Лариса Борисовна
Должность: директор
Дата подписания: 02.10.2026 00:12:43
Уникальный программный ключ:
6882606104c36dbde41c4ab93a65382136a292d6

Приложение 4
к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.09 Имитационное моделирование

(индекс, наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

09.03.03 Прикладная информатика
(код, наименование направления подготовки/специальности)

Прикладная информатика в управлении корпоративными информационными системами
(наименование образовательной программы)

очная форма обучения
(форма обучения)

Год набора - 2026
Донецк

Автор(ы)-составитель(и) РПД:

Брадул Н.В., кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий

Заведующий кафедрой:

Брадул Н.В., кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий

Рабочая программа дисциплины Б1.В.01.09 Имитационное моделирование одобрена на заседании кафедры информационных технологий факультета государственной службы и управления Донецкого филиала РАНХиГС.

протокол № 7 от «05» марта 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии их оценивания
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина Имитационное моделирование обеспечивает формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных компетенций:

ОТФ/ТФ и реквизиты ПС (при наличии)	Код компетенции	Наименование Компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижения компетенций	Образовательный результат
–	ПК-1	Способность адаптировать бизнес-процессы заказчика ИС к возможностям типовой ИС в рамках выполнения работ по созданию (модификации) и сопровождению ИС	ПК-1.2	Моделирует бизнес-процессы заказчика ИС в типовой ИС	ПК-1.2. З-1 **Знает** Инструменты и методы моделирования бизнес-процессов в ИС

2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

Общий объем дисциплины:
4,00 з.е., 144 ак.час
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий: 59 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 16 ак.час на лекции и 32 ак.час на практические занятия. 67 ак. час на самостоятельную работу обучающихся.

Б1.В.01.09 Имитационное моделирование на 3 курсе в 6 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися при освоении следующих дисциплин: Основы экономической теории, Эконометрика, Математические методы и модели в экономике, Теория вероятностей и математическая статистика.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов	ВСЕГО	Объем дисциплины, ак.час												Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий									Самостоятельная работа			
			Период теоретического обучения						Период промежуточной аттестации (сессия)						
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		ИК	КСР	КЭ	Каттэк	Контроль	СРкр	СРэк	СР	
			Л	ВЛ	ЛР	ПЗ									
Тема 1	Математические схемы моделирования систем	12	2			2								8	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 2	Моделирование систем массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания.	14	2			4								8	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 3	Моделирование систем массового обслуживания. Основные понятия.	14	2			4								8	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание

	Процессы гибели и размножения													
Тема 4	Системы массового обслуживания с ожиданием	14	2			4							8	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 5	Сравнение аналитического и имитационного моделирования. Сравнение пакетов имитационного моделирования и языков программирования	9	2			2							5	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 6	Типы операторов GPSS. Сбор статистики при ожидании. Блоки, изменяющие порядок прохождения блоков транзактами. Моделирование многоканальных устройств	18	2			6							10	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 7	Параметры транзактов. Работа со списками пользователей	16	2			4							10	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание
Тема 8	Определение функции в GPSS. Функции распределения случайных величин	18	2			6							10	устный опрос; разноуровневые задания; индивидуальное задание

	Промежуточная аттестация	29							2	9		18		**Экзамен**
ИТОГО		**144**	**16**			**32**			**2**	**9**		**18**	**67**	

Используемые сокращения:

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях,).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

Контроль - контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий для заочной формы обучения

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.

СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям.

3.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Математические схемы моделирования систем. ПК-1.2.

Содержание лекции: Понятие модели. Детерминированные системы. Стохастические системы. Факторные системы и модели. Математические схемы моделирования систем.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции.

Тема 2. Моделирование систем массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания. ПК-1.2.

Содержание лекции: Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания. Случайные процессы с дискретными состояниями.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции.

Тема 3. Моделирование систем массового обслуживания. Основные понятия. Процессы гибели и размножения. ПК-1.2.

Содержание лекции: Потоки событий. Понятие марковского случайного процесса. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний. Процессы гибели и размножения. СМО с отказами: Одноканальная и многоканальная системы с отказами.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции.

Тема 4. Системы массового обслуживания с ожиданием. ПК-1.2.

Содержание лекции: Одноканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Одноканальная СМО с (неограниченным) ожиданием.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции.

Тема 5. Сравнение аналитического и имитационного моделирования. Сравнение пакетов имитационного моделирования и языков программирования. ПК-1.2.

Содержание лекций: Понятие имитационного моделирования. Сравнение аналитического и имитационного моделирования. Преимущества имитационного моделирования. Основные этапы процесса имитации. Области применения имитационного моделирования. Методы имитационного моделирования. Классификация программных средств имитационного моделирования. Универсальные и предметно-ориентированные пакеты имитационного моделирования. Классификация программных средств имитационного моделирования

Практическая подготовка (практическое занятие): обсуждение вопросов лекционного занятия.

Тема 6. Типы операторов GPSS. Сбор статистики при ожидании. Блоки, изменяющие порядок прохождения блоков транзактами. Моделирование многоканальных устройств. ПК-1.2.

Содержание лекции: Типы операторов GPSS. Общие сведения о формате блоков GPSS. Внесение транзактов в модель. Удаление транзактов из модели. Управление продолжительностью процесса моделирования. Элементы, отображающие одноканальные обслуживающие устройств. Задержки во времени. Сбор статистики при ожидании. Блоки, изменяющие порядок прохождения блоков транзактами. Определение емкости многоканальных устройств. Примеры построения GPSS-моделей. Переменные. Стандартные числовые атрибуты. Стандартные числовые атрибуты блоков и системные числовые атрибуты.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции.

Тема 7. Параметры транзактов. Работа со списками пользователей. ПК-1.2.

Содержание лекции: Параметры транзактов. Изменение значений параметров. Отметка времени. Транзитное время. Транзитное время. Организация циклов. Сохраняемые величины. Косвенная адресация. Проверка числовых выражений. Определение и использование таблиц.

Списки пользователей.

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции.

Тема 8. Определение функции в GPSS. Функции распределения случайных величин. ПК-1.2.

Содержание лекции: Определение функции в GPSS. Особенности вычисления дискретных и непрерывных GPSS-функций. Моделирование неравномерных случайных величин. Функции распределения случайных величин. Задание потоков с различными законами распределения

Практическая подготовка (практическое занятие): Решение практических задач по теме лекции.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

4.1. Оценочные материалы по дисциплине «Имитационное моделирование» входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам (модулям) образовательной программы составляет фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания, которые можно условно разделить на задания закрытого, комбинированного и открытого типов.

Задания закрытого типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа – это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендованы определенная последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУК-ЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильный ответ	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква
Задание закрытого типа на установление	Прочитайте текст и установите	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.	Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУК-ЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
соответствия	соответствие	2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).	
Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильные ответы	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа. 3. Выбрать несколько правильных ответов. 4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).	Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)
Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).	Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр
Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	1.Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа
Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите	1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2.Продумать логику и полноту	Ответ считается верным: 1. Отсутствие фактических ошибок.

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУК-ЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
	развернутый обоснованный ответ	ответа. 3.Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4.В случае расчетной задачи, записать решение и ответ	2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа). 3.Обоснованность ответа (наличие аргументов). 4. Логическая последовательность излагаемого материала.

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС Донецкого филиала РАНХиГС

Итоговая балльная оценка	**Традиционная система**	**Бинарная система**	**ECTS**	
			Для традиционной системы	**Для бинарной системы**
90-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
80-89	Хорошо		B	P/ Passed
75-79			C	P/ Passed
70-74	Удовлетворительно		B	P/ Passed
60-69			E	P/ Passed
0-59	Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости	Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию	Максимальная итоговая балльная оценка	Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию
100 баллов	100 баллов	100 баллов	100 баллов

5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины Б1.В.01.09 Имитационное моделирование используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

устный опрос, индивидуальные задания, разноуровневые задания.

Таблица 5.1

Распределение баллов по рейтинговой системе оценивания
по видам учебной деятельности

Наименование Раздела/Темы	Вид задания				
	ЛЗ	ПЗ		КТ	ИЗ
		РЗ	УО		
Т.1		15	5	15	15
Т.2					
Т.3					
Т.4					
Т.5		15	5	15	15
Т.6					
Т.7					
Т.8					
Итого: 100б		**30**	**10**	**30**	**30**

ЛЗ – лекционное занятие;
УО – устный опрос;
ПЗ – практическое занятие;
КТ – контрольные точки;
РЗ – разноуровневые задания;
ИЗ – индивидуальное задание.

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся (вне контрольных точек).

Устный опрос

Вопросы для опроса:

Разделы (темы) дисциплины	Вопросы для подготовки к индивидуальному устному опросу по темам дисциплины
Тема 1. Математические схемы моделирования систем	1. Существующие подходы к визуальному моделированию сложных динамических систем. 2. Метод статистических испытаний. 3. Генерирование случайных чисел и их преобразование. Обслуживающая система. 4. Поток заявок. 5. Очередь заявок. 6. Математический анализ работы СМО. 7. Процесс с дискретными состояниями. 8. Процесс с непрерывным временем. 9. Граф состояний. Уравнения Колмогорова. 10. Выбор исходных данных при моделировании СМО методом статистических испытаний. 11. Составление имитационной модели СМО. 12. Формулы Литтла. 13. Закон распределения Стьюдента. 14. Методы оценки точности моделирования. 15. Модель Гордона. 16. Иерархия планов в динамическом моделировании.
Тема 2. Моделирование систем массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания.	
Тема 3. Моделирование систем массового обслуживания. Основные понятия. Процессы гибели и размножения	
Тема 4. Системы массового обслуживания с ожиданием	

Тема 5. Сравнение аналитического и имитационного моделирования. Сравнение пакетов имитационного моделирования и языков программирования Тема 6. Типы операторов GPSS. Сбор статистики при ожидании. Блоки, изменяющие порядок прохождения блоков транзактами. Моделирование многоканальных устройств Тема 7. Параметры транзактов. Работа со списками пользователей Тема 8. Определение функции в GPSS. Функции распределения случайных величин	1. Существующие подходы к визуальному моделированию сложных динамических систем. 2. Пакеты имитационного моделирования. 3. Языки программирования. 4. Типы операторов GPSS. 5. Операторы сбора статистики при ожидании. 6. Блоки, изменяющие порядок прохождения блоков транзактами. 7. Многоканальная СМО с ограниченным числом источников заявок и неограниченной очередью. 8. СМО с ограниченным числом абонентов и отказами обслуживания. 9. Моделирующие алгоритмы для СМО. 10. Списки пользователей. 11. Функции в GPSS. 12. Функции распределения случайных величин.

Критерии оценивания устного опроса:

Диапазон баллов	Описание критерия
5	Обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
4	Обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.
3	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
0-2	Обучающийся обнаруживает незнание вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Индивидуальные задания

Темы 1-4

Задан граф экономической системы, интенсивности переходов из состояния в состояние. Записать дифференциальные уравнения Колмогорова. Найти предельные вероятности.

Построить две модели процесса функционирования системы:

Модель 1 – путем интегрирования системы дифференциальных уравнений;

Модель 2 – путем составления имитационной модели.

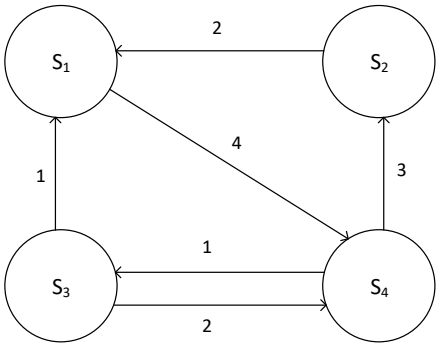
Определить предельные вероятности для двух моделей.

Составить отчет о проделанной работе в электронном виде. Включить в отчет:

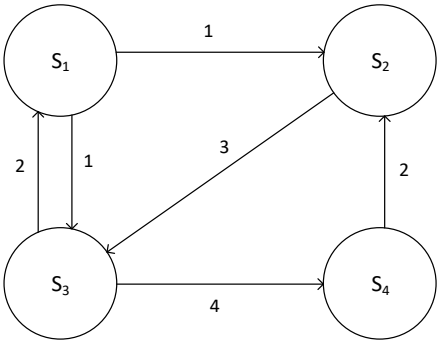
1. Исходный граф системы.
2. Исходные данные.
3. Систему дифференциальных уравнений.
4. систему для определения предельных вероятностей.
5. Скриншоты описания класса, карты поведения, временную диаграмму установившегося процесса.
6. Результаты моделирования, представленные в виде таблицы:

Состояние	Вероятность нахождения в состоянии S_i			
	Модель 1		Модель 2	
	Время, начиная с которого можно считать вероятность установившейся	Значение	Количество тактов имитации для достижения установившегося процесса	Значение
S_1				
S_2				
…				

Вариант 1



Вариант 2



Темы 5-8

Варианты 1-4. Прием ведут 3 врача. Интервалы прихода пациентов имеют пуассоновский характер распределения с интенсивностью 10 приходов в час. К каждому врачу стоит очередь. Если в момент прихода пациента хотя бы один врач свободен, пациент идет к этому врачу. В противном случае пациент присоединяется к любой очереди, которая на текущий момент является самой короткой. Прием ведется по принципу «первым пришел – первым обслужен».

Пациенты могут быть двух типов. Относительная частота их прихода и соответствующее среднее время приема приведены в таблице. Время обслуживания каждого типа имеет экспоненциальное распределение. Необходимо построить модель системы с раздельными очередями и общей очередью. Причем событие «завершение обслуживания» пациента обрабатывается первым, потом только событие «приход пациента».

Необходимо собрать информацию об очередях при 6-часовом рабочем дне. Варианты заданий приведены в таблице.

№ варианта	Виды пациентов			
	1		2	
	Частота	Ср. время	Частота	Ср. время
1	0,2	22	0,8	15
2	0,3	25	0,7	12
3	0,4	20	0,6	10
4	0,6	25	0,4	30

Разноуровневые задания

Темы 1-4

Задача 1

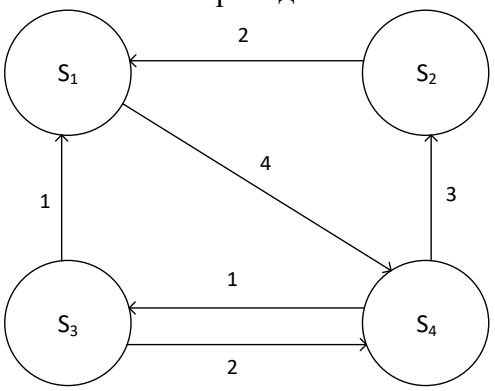
Рассматривается система с дискретными состояниями и дискретным временем (цепь Маркова). Задана матрица вероятностей перехода за один шаг.

$$p_{ij} = \begin{pmatrix} 0,7 & 0,1 & 0,1 & 0,1 \\ 0,2 & 0,6 & 0 & 0,2 \\ 0,2 & 0 & 0,5 & 0,3 \\ 0 & 0,3 & 0 & 0,7 \end{pmatrix}.$$

Требуется: а) построить размеченный граф состояний; б) найти распределение вероятностей для первых 3-х шагов, если известно, что в начальный момент $p_1(0)=0,8$; $p_2(0)=0,2$.

Задача 2

Рассматривается система с дискретными состояниями и непрерывным временем. Заданы размеченный граф состояний и интенсивности переходов. Все потоки событий простейшие.



Требуется: а) составить матрицу интенсивностей переходов; б) составить систему дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний; в) найти предельное распределение вероятностей.

Задача 3.

Вам нужно построить имитационную модель работы аэропорта для двух разных целей:

Оценка достаточности количества стоек регистрации в час пик.

Анализ эвакуации пассажиров из здания терминала при пожаре.

Обоснуйте, какие объекты, процессы и атрибуты (например, скорость передвижения, багаж, очереди, турникеты) будут существенны в каждой модели, а какими можно пренебречь. Почему нельзя создать «универсальную» модель аэропорта?

Задача 4

Вы моделируете производственную линию по сборке смартфонов. Предложите три разных способа представления времени обработки детали на станции (например: детерминированное среднее, нормальное распределение, эмпирическое расписание простоев). Для каждого способа приведите пример исследовательского вопроса, на который эта модель сможет ответить, и вопрос, на котором она «сломается».

Задача 5

Ваша модель предсказывает среднее время ожидания в очереди с ошибкой 15% относительно реальной системы. Заказчик (больница) говорит, что этого достаточно. Врачи

говорят, что для них критична не средняя, а 95-я процентиль, которая ошибается на 40%.

Считается ли модель валидной? Предложите протокол «неформальной валидации» (вовлечение экспертов), который поможет разрешить этот конфликт. Какие компромиссные метрики вы могли бы предложить заказчику?

Задача 6

Вы запустили модель банкомата. Среднее время обслуживания клиента = 2 минуты. Интенсивность входящего потока = 30 чел/час. Средняя длина очереди выросла до 50 человек (хотя теория массового обслуживания предсказывает 4-5). Ваша задача – найти три возможные неочевидные ошибки в логике модели (не синтаксические, а семантические или логические). Опишите, на каком шаге запуска и какие именно статистики вы будете проверять, чтобы локализовать каждую ошибку.

Темы 5-8

Задача 1

В небольшом штате каждые 12 минут рождается ребенок. Время между рождениями распределено по экспоненциальному закону. Требуется определить следующее.

1. Среднее число рождений за год.

2. Вероятность того, что на протяжении одного дня не будет ни одного рождения.

3. Вероятность выдачи 50 свидетельств о рождении к концу третьего часа, если известно, что на протяжении последних двух часов было выдано 40 таких свидетельств.

Задача 2

В небольшом штате каждые 12 минут рождается ребенок. Время между рождениями распределено по экспоненциальному закону. Служащий, который вводит информацию из свидетельств о рождении в компьютер, обычно ожидает, пока не накопится по крайней мере пять сертификатов. Определите вероятность того, что служащий будет вводить новый пакет данных каждый час.

Задача 3

Коллекционер произведений искусства в среднем раз в месяц ездит на художественные аукционы. Каждая поездка точно гарантирует одну покупку. Время между поездками имеет экспоненциальное распределение. Определите следующие параметры.

1. Вероятность того, что коллекционер на протяжении трехмесячного периода не купит ни одного произведения искусства.

2. Вероятность того, что коллекционер приобретет не более восьми произведений искусства на протяжении года.

3. Вероятность того, что интервал между двумя последовательными поездками коллекционера превысит один месяц.

Задача 4

Даны три системы:

Толпа людей на вокзале, распространяющая слух о задержке поезда.

Поток заявок в колл-центр с отказами и очередью.

Динамика распространения эпидемии с учётом изменения поведения людей.

Для каждой системы аргументированно выберите наиболее подходящий метод имитации (DES, ABS, SD) и объясните, почему другие методы подходят хуже. Что нужно изменить в системе, чтобы выбор метода стал неочевидным?

Задача 5

Опишите гибридную модель (комбинирующую, например, агентов и системную динамику) для управления парковкой торгового центра с динамическим ценообразованием. Какие сущности будут агентами? Какие потоки – уровнями системной динамики? Как они будут взаимодействовать? В чём риск несовместимости двух парадигм в одной модели?

Задача 6

В стохастической модели вы сделали 10 прогонов. Доверительный интервал для среднего времени отклика получился [5.2; 12.8] секунд. Поставщик требует точность ±1 секунда.

Придумайте метод оценки необходимого числа дополнительных прогонов (не используя

готовую формулу, а опишите логику итеративного увеличения прогонов). Какие риски несёт в себе простое механическое увеличение числа прогонов в 100 раз?

Критерии оценивания индивидуальных и разноуровневых заданий:

Баллы	**Критерии**
14-15	Выставляется обучающемуся: если выполнены все пункты работы самостоятельно, без ошибок, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
11-13	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно выполнены все пункты работы, допущены незначительные ошибки, если предложен более рациональный алгоритм решения задачи.
8-10	Выставляется обучающемуся: если самостоятельно (или с помощью преподавателя) выполнены все пункты работы, допущены грубые ошибки.
0*-7	Выставляется обучающемуся: если с помощью преподавателя выполнены не все пункты работы, допущены грубые ошибки.

0* - в журнал академической группы не выставляется

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает не менее 2 (двух) и не более 10 (десяти) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за любой тип работ в рамках КТ составляет 100 (сто) баллов.

Распределение весовых коэффициентов по КТ в рамках текущего контроля успеваемости по дисциплине и формулы расчета:

Наименование контрольной точки	Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать обучающийся	Коэффициент веса контрольной точки	Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине
КТ 1	100	0,15	15
КТ 2	100	0,15	15
Итого:	x	x	30

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ (контрольное задание) x Коэффициент веса контрольной точки.

5.4. Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

КТ – 1

Темы 1-4

Тестовые задания

Тема 1. Математические схемы моделирования систем

1. Какой из перечисленных подходов относится к аналитическим математическим схемам, а не к имитационным?

А) Агентное моделирование

Б) Дискретно-событийная схема

В) Система дифференциальных уравнений

Г) Метод Монте-Карло

2. Что означает понятие «математическая схема моделирования»?

А) Описание алгоритма работы программы для визуализации модели

Б) Совокупность формальных соотношений, связывающих входные, выходные и внутренние переменные системы

В) Графическое представление потоков данных в модели

Г) Способ калибровки параметров модели по экспериментальным данным

3. Какая математическая схема наиболее адекватна для систем, функционирующих в непрерывном времени с детерминированными связями?

А) Сеть Петри

Б) Дифференциальные уравнения (D-схема)

В) Конечные автоматы (F-схема)

Г) Система массового обслуживания (Q-схема)

4. В схеме «агрегативной системы» (A-схема) основным понятием является:

А) Агент и его правила поведения

Б) Агрегат, который может принимать сигналы и выдавать реакции

В) Очередь заявок и многоканальный прибор

Г) Сеть из позиций и переходов

5. Какая математическая схема по сути является дискретно-событийной и часто используется для описания параллельных процессов в распределённых системах?

А) Аналитическая схема на основе дифференциальных уравнений в частных производных

Б) Сеть Петри

В) Схема системной динамики

Г) Логико-вероятностная схема

Тема 2. Моделирование систем массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания

1. Как расшифровывается стандартная нотация Кендалла для СМО вида M/M/1?

А) Экспоненциальное распределение интервалов поступления / экспоненциальное распределение обслуживания / один канал

Б) Марковский процесс / марковское обслуживание / одна фаза

В) Нормальное распределение / нормальное обслуживание / один узел

Г) Пуассоновский входной поток / детерминированное обслуживание / один канал

2. Какой признак НЕ используется в классической классификации СМО по Кендаллу?

А) Распределение интервалов между поступлениями заявок

Б) Распределение времени обслуживания

В) Стоимость обслуживания одного канала

Г) Число обслуживающих каналов

3. СМО с отказами – это система, в которой:

А) Заявка становится в очередь любой длины

Б) Заявка покидает систему, если все каналы заняты

В) Заявка циркулирует между приборами до получения обслуживания

Г) Заявка может быть прервана при поступлении более приоритетной

4. Какая из перечисленных СМО относится к замкнутым?

А) Автомойка, куда приезжают случайные автомобили из города

Б) Колл-центр с бесконечным числом абонентов на линии

В) Ремонтная мастерская при заводе, где станки выходят из строя и возвращаются после ремонта

Г) Билетная касса с неограниченной очередью пассажиров

5. В нотации Кендалла буква «G» (например, M/G/1) обозначает:

А) Гауссовское (нормальное) распределение

Б) Общий вид распределения (General)

В) Детерминированное обслуживание

Г) Гиперэкспоненциальное распределение

Тема 3. Моделирование систем массового обслуживания. Основные понятия. Процессы гибели и размножения

1. Что в теории СМО понимается под «интенсивностью нагрузки» (traffic intensity) ρ?

А) Отношение среднего времени обслуживания к среднему интервалу между поступлениями заявок

Б) Вероятность того, что в системе ровно одна заявка

В) Пропускная способность системы в единицу времени

Г) Отношение числа отказов к числу поступивших заявок

2. Процесс гибели и размножения – это марковский процесс, для которого:

А) Интенсивности переходов из состояния i в i+1 и i-1 зависят только от i

Б) Все состояния являются поглощающими

В) Переходы возможны только в соседние состояния, а интенсивности не зависят от номера состояния

Г) Существуют только два состояния: «гибель» и «размножение»

3. Какое условие необходимо для существования стационарного режима в системе M/M/1?

А) $\rho > 1$

Б) $\rho = 1$

В) $\rho < 1$

Г) $\rho = 0$

4. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний процесса гибели и размножения вытекают из предположения о том, что процесс является:

А) Непрерывным в пространстве и дискретным по времени

Б) Дискретным по состояниям и непрерывным по времени (марковским)

В) Дискретным по состояниям и дискретным по времени

Г) Непрерывным как по состояниям, так и по времени

5. Параметр λ (лямбда) в процессе гибели и размножения обычно обозначает:

А) Интенсивность перехода из состояния i в i-1 («гибель»)

Б) Интенсивность перехода из состояния i в i+1 («рождение»)

В) Интенсивность завершения обслуживания всех каналов

Г) Вероятность того, что система пуста

Тема 4. Системы массового обслуживания с ожиданием

1. Какое условие является необходимым и достаточным для существования стационарного режима в одноканальной СМО с ожиданием с пуассоновским входным потоком и произвольным распределением времени обслуживания?

А) $\rho < 1$ (средняя загрузка канала меньше единицы)

Б) $\rho = 1$

В) $\rho > 1$

Г) Количество мест в очереди конечно

2. В многоканальной СМО с ожиданием (M/M/c) при $\rho = \lambda/(c\cdot\mu) < 1$ средняя длина очереди с ростом числа каналов c (при фиксированной нагрузке λ/μ):

А) Растёт пропорционально c

Б) Убывает

В) Остаётся неизменной

Г) Сначала убывает, потом резко растёт

3. Формула Литтла (Little’s law) для системы с ожиданием связывает:

А) Среднее время ожидания, среднее число заявок в очереди и интенсивность входного

потока

Б) Вероятность отказа и число каналов

В) Среднее время обслуживания и дисперсию времени ожидания

Г) Интенсивность входящего и выходящего потоков

4. Какая из перечисленных характеристик НЕ относится к СМО с ожиданием?

А) Среднее время пребывания заявки в системе

Б) Вероятность того, что заявка будет обслужена немедленно

В) Вероятность потери заявки из-за отсутствия свободных каналов

Г) Средняя длина очереди

5. В системе M/M/1 с очередью бесконечной длины при увеличении коэффициента загрузки ρ от 0.5 до 0.9 среднее время ожидания в очереди (W_q):

А) Увеличивается менее чем в 2 раза

Б) Увеличивается примерно в (0.9/(1-0.9)) / (0.5/(1-0.5)) = 9 раз

В) Остаётся неизменным, так как формула Литтла компенсирует

Г) Сначала растёт, а после ρ > 0.8 начинает падать

Ответы (для самопроверки):

Тема 1: 1-В, 2-Б, 3-Б, 4-Б, 5-Б

Тема 2: 1-А, 2-В, 3-Б, 4-В, 5-Б

Тема 3: 1-А, 2-А, 3-В, 4-Б, 5-Б

Тема 4: 1-А, 2-Б, 3-А, 4-В, 5-Б

КТ – 2

Темы 5-8

Тема 1. Сравнение аналитического и имитационного моделирования. Сравнение пакетов имитационного моделирования и языков программирования

1. Какое из утверждений о различии аналитического и имитационного моделирования является верным?

А) Аналитическое моделирование всегда точнее имитационного

Б) Имитационное моделирование позволяет получить решение в виде явной формулы

В) Аналитическое моделирование требует упрощающих допущений, которые могут быть нереалистичны для сложных систем

Г) Имитационное моделирование невозможно для систем с массовым обслуживанием

2. Какой критерий является главным преимуществом специализированных пакетов имитационного моделирования (например, AnyLogic, GPSS, Simio) перед универсальными языками программирования (C++, Python)?

А) Более высокая скорость выполнения расчётов

Б) Наличие встроенных блоков для моделирования очередей, ресурсов и сбора статистики

В) Возможность использования объектно-ориентированного подхода

Г) Отсутствие необходимости в верификации модели

3. Для какой из перечисленных задач имитационное моделирование предпочтительнее аналитического?

А) Расчёт стационарной средней длины очереди в системе M/M/1

Б) Определение оптимальной партии поставки в детерминированной модели управления запасами

В) Анализ работы конвейера с нестационарным входным потоком и приоритетными отказами

Г) Вычисление пропускной способности идеального канала связи

4. Что из перечисленного является недостатком использования универсальных языков программирования для имитационного моделирования по сравнению со специализированными пакетами?

А) Невозможность реализации агентных моделей

Б) Отсутствие графических средств отладки и визуализации процессов очередей «из

коробки»

В) Более низкая производительность при любых условиях

Г) Невозможность работы со случайными числами

5. В каком случае аналитическое моделирование заведомо неприменимо, а имитационное – эффективно?

А) Система описывается линейными дифференциальными уравнениями

Б) Система содержит десятки взаимозависимых нелинейных правил и обратных связей с редкими событиями

В) Система имеет единственное стационарное состояние

Г) Входные потоки строго детерминированы

Тема 2. Типы операторов GPSS. Сбор статистики при ожидании. Блоки, изменяющие порядок прохождения блоков транзактами. Моделирование многоканальных устройств

1. В языке GPSS блок QUEUE и TERMINATE относятся к типу операторов, которые:

А) Изменяют маршрут движения транзакта

Б) Собирают статистику и управляют сеансами моделирования

В) Захватывают и освобождают аппаратные ресурсы

Г) Генерируют случайные числа

2. Для сбора статистики о времени ожидания в очереди в GPSS используется пара блоков:

А) ENTER и LEAVE

Б) SEIZE и RELEASE

В) QUEUE и DEPART

Г) GENERATE и TERMINATE

3. Какой блок GPSS предназначен для изменения порядка поступления транзактов в последующий блок (например, перенаправление по условию)?

А) TRANSFER

Б) ASSIGN

В) ADVANCE

Г) GATE

4. При моделировании многоканального устройства в GPSS (например, 3 кассы) используется комбинация блоков:

А) SEIZE и RELEASE для каждого канала отдельно

Б) ENTER и LEAVE со ссылкой на STORAGE с ёмкостью 3

В) QUEUE и DEPART с ёмкостью 3

Г) GATHER и MATCH

5. Блок PRIORITY в GPSS:

А) Изменяет значение счётчика транзактов TERMINATE

Б) Устанавливает приоритет транзакта, влияющий на порядок извлечения из очереди ожидания

В) Определяет приоритет доступа к многоканальному устройству

Г) Задаёт приоритет при сборе статистики

Тема 3. Параметры транзактов. Работа со списками пользователей

1. В GPSS стандартный параметр транзакта (например, П1, П2) задаётся и изменяется с помощью блока:

А) INDEX

Б) ASSIGN

В) PARAMETER

Г) VARIABLE

2. Какая команда позволяет в GPSS прочитать значение параметра транзакта с номером 3?

А) R3

Б) P3
В) A3
Г) V3

3. Список пользователей (user chain) в GPSS – это:

А) Список всех блоков, которые прошёл транзакт
Б) Организованная пользователем последовательность транзактов, ожидающих некоторого события, не связанного с ресурсами
В) Перечень всех активных транзактов в момент остановки модели
Г) Список имён всех используемых функций

4. Для помещения транзакта в список пользователей (user chain) используется блок:

А) LINK
Б) CHAIN
В) ENTER
Г) SAVE

5. Какой блок служит для извлечения транзакта из списка пользователей и продолжения его движения?

А) FREE
Б) UNLINK
В) RELEASE
Г) DEPART

Тема 4. Определение функции в GPSS. Функции распределения случайных величин

1. В GPSS функция определяется с использованием ключевого слова:

А) FUNCTION
Б) DEFINE
В) FN
Г) RANDOM

2. Какой тип функции в GPSS используется для аппроксимации непрерывного распределения по набору точек (значение аргумента – значение функции)?

А) D (дискретная)
Б) C (непрерывная, кусочно-линейная)
В) L (табличная с линейной интерполяцией)
Г) S (ступенчатая)

3. Для моделирования равномерного распределения в GPSS обычно используется встроенная функция с именем:

А) RN1
Б) UNIFORM
В) RAND01
Г) V$RAND

4. Как записать обращение к пользовательской функции с именем EXP_FN в GPSS?

А) FN$EXP_FN
Б) @EXP_FN
В) $EXP_FN
Г) FUNCTION(EXP_FN)

5. В какой ситуации используют дискретную функцию (тип D) в GPSS?

А) Для генерации непрерывного нормального распределения методом обратной функции
Б) Когда случайная величина может принимать только целые значения с заданными вероятностями
В) Для моделирования равномерного потока событий
Г) Когда аргумент функции является вещественным числом

Ответы (для самопроверки):

Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4
1-В	1-Б	1-Б	1-А
2-Б	2-В	2-Б	2-В. Уточнение: в GPSS C — continuous, но в классическом GPSS есть C (Continuous) — кусочно-линейная. L — нет. Правильнее: В (С)
3-В	3-А	3-Б	3-А (RN1 — генератор равномерно распределенных чисел)
4-Б	4-Б	4-А	4-А
5-Б	5-Б	5-Б	5-Б

Примечание: в вопросе 2 темы 4 правильный ответ **Б (С)** — функция непрерывного типа (C), а не L. В классическом GPSS используются типы: D (Discrete), C (Continuous), L (List — но это не то). Я поправил: правильный ответ — Б.

Критерии оценивания тестовых заданий:

Диапазон баллов	Описание критерия	
90-100	90-100% правильных ответов	Обучающийся демонстрирует глубокое познание в освоенном материале.
75-89	75-89% правильных ответов	Обучающимся материал освоен полностью, без существенных ошибок.
60-74	60-74% правильных ответов	Обучающимся материал освоен не полностью, имеются значительные пробелы в знаниях.
0*-59	Менее 60% правильных ответов	Обучающимся материал не освоен, знания обучающегося ниже базового уровня.

0* - в журнал академической группы не выставляется

5.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий.

Пакет GPSS.

6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине

6.1. Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в письменной форме. Обучающийся получает экзаменационный билет с вариантами задач. Необходимо дать ответ в письменном виде, подробно изложив ход решения, при необходимости завершить решение выводами.

6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации

Типовые проверочные задания для самоподготовки обучающегося к промежуточной аттестации.

Тема 1. Математические схемы моделирования систем. ПК-1.2.

Задания на выбор всех правильных ответов

1.1. Какие из перечисленных относятся к математическим схемам (формальным описаниям), используемым при имитационном моделировании?

А) Дифференциальные уравнения (D-схема)

Б) Конечные автоматы (F-схема)

В) Диаграммы Ганта

Г) Сети Петри (N-схема)

Д) SWOT-анализ

1.2. Какие характеристики присущи агрегативной системе (А-схема) по Бусленко?

А) Агрегат может находиться в одном из конечного числа состояний

Б) Агрегат реагирует только на входные сигналы в дискретные моменты времени

В) Входные и выходные сигналы могут быть как непрерывными, так и дискретными

Г) Агрегаты не могут соединяться друг с другом

Д) Состояние агрегата может изменяться в любой момент времени под действием внешних и внутренних событий

1.3. Какие утверждения о сетях Петри верны?

А) Сеть Петри состоит из позиций и переходов

Б) Переход может сработать, если во всех его входных позициях есть хотя бы по одной фишке

В) Фишки перемещаются из выходных позиций во входные

Г) Сети Петри позволяют моделировать параллелизм и синхронизацию

Д) Сеть Петри всегда имеет ровно одну начальную маркировку

1.4. Какие из схем относятся к дискретно-событийным математическим схемам?

А) Система дифференциальных уравнений в частных производных

Б) Сети Петри

В) Q-схемы (системы массового обслуживания)

Г) Уравнения системной динамики (Forrester)

Д) Конечные автоматы с памятью

1.5. Какие преимущества имеет использование математических схем перед «программированием «с нуля»?

А) Позволяют формально верифицировать свойства модели (например, отсутствие тупиков)

Б) Всегда дают аналитическое решение

В) Облегчают переход от описания системы к реализации модели

Г) Гарантируют, что модель будет работать быстрее любой другой

Д) Обеспечивают единый язык для описания моделей разной природы

Задания на установление правильной последовательности

1.6. Расположите в порядке возрастания уровня абстракции (от самой конкретной к самой абстрактной) следующие математические схемы:

Агрегативная схема (А-схема)

Сеть Петри

Дифференциальные уравнения (непрерывная схема)

Конечный автомат (F-схема)

1.7. Установите правильную последовательность этапов построения имитационной модели на основе математической схемы:

Верификация и валидация

Выбор или разработка математической схемы

Постановка задачи и концептуальное описание системы

Программная реализация схемы

Проведение вычислительных экспериментов

1.8. Расположите в порядке развития (от простых к более сложным) типы математических схем по классификации Бусленко:

Автоматные схемы (F-схема)

Непрерывные детерминированные (D-схема)

Агрегативные (А-схема)

Стохастические сети (включая Q-схемы)

1.9. Установите последовательность операций при моделировании сети Петри:

Срабатывание выбранного перехода

Проверка наличия фишек во входных позициях
Начальная маркировка
Удаление фишек из входных позиций
Добавление фишек в выходные позиции

1.10. Для агрегативной схемы укажите порядок обработки внешнего сигнала:

Агрегат переходит в новое состояние
Поступление входного сигнала в момент времени t
Выдача выходного сигнала (если предусмотрена реакция)
Вычисление нового состояния на основе текущего состояния и входного сигнала

Тема 2. Моделирование систем массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания. ПК-1.2.

Задания на выбор всех правильных ответов

2.1. Какие из перечисленных признаков используются в классификации СМО по Кендаллу?

А) Распределение времени обслуживания
Б) Дисциплина очереди (FIFO, LIFO, приоритеты)
В) Число каналов обслуживания
Г) Стоимость обслуживания одного канала
Д) Распределение интервалов между поступлениями заявок

2.2. Какие системы относятся к замкнутым СМО?

А) Колл-центр с большим числом абонентов города
Б) Ремонтный участок завода, где N станков и K бригад ремонтников
В) Веб-сервер с запросами от неограниченного числа пользователей
Г) Вычислительная система с фиксированным числом процессов, циркулирующих между процессором и диском
Д) Билетная касса с неограниченным количеством пассажиров

2.3. Какие дисциплины очереди возможны в СМО с ожиданием?

А) FIFO (первый пришёл – первый обслужен)
Б) LIFO (последний пришёл – первый обслужен)
В) SJF (сначала кратчайшие заявки)
Г) PR (прерывание с относительным или абсолютным приоритетом)
Д) Все перечисленные

2.4. Какие из обозначений в нотации Кендалла являются корректными для одноканальной СМО?

А) M/M/1
Б) G/G/1
В) D/M/1
Г) M/D/∞
Д) M/M/1/N (с конечной очередью)

2.5. Какие разновидности СМО по числу фаз обслуживания существуют?

А) Однофазные (один узел обработки)
Б) Многофазные (последовательное прохождение нескольких приборов)
В) Сетевые СМО (произвольный маршрут)
Г) Замкнутые многофазные
Д) Все системы являются однофазными

Задания на установление правильной последовательности

2.6. Расположите символы в нотации Кендалла в порядке их следования при записи типа СМО:

Ёмкость очереди (если ограничена)
Распределение времени обслуживания
Число каналов
Распределение интервалов поступления заявок

2.7. Упорядочьте этапы классификации произвольной СМО:

Определить число каналов (одноканальная/многоканальная)

Определить дисциплину очереди

Выяснить, является ли система открытой или замкнутой

Определить тип распределения входного потока и времени обслуживания

2.8. Установите последовательность увеличения сложности (от простой к сложной) для следующих СМО:

M/M/c (многоканальная с ожиданием)

M/M/1 (одноканальная с ожиданием)

G/G/1 (одноканальная с произвольными распределениями)

M/D/1 (одноканальная с детерминированным обслуживанием)

2.9. В порядке возрастания дисциплины приоритетов (от низшего к высшему) расположите виды обслуживания:

Абсолютный приоритет

Отсутствие приоритетов (FIFO)

Относительный приоритет

Прерывание с дообслуживанием

2.10. Последовательность действий при отнесении СМО к классу «система с отказами»:

Проверить, что при занятости всех каналов заявка покидает систему

Убедиться, что отсутствует очередь

Определить, что число каналов конечно

Подсчитать вероятность отказа

Тема 3. Моделирование систем массового обслуживания. Основные понятия. Процессы гибели и размножения. ПК-1.2.

Задания на выбор всех правильных ответов

3.1. Какие свойства характерны для процесса гибели и размножения?

А) Процесс является марковским (без последействия)

Б) Переходы возможны только в соседние состояния ($i \to i+1$ или $i \to i-1$)

В) Интенсивности переходов зависят только от текущего состояния, но не от времени

Г) Процесс всегда имеет стационарное распределение

Д) Состояния образуют цепочку 0,1,2,...

3.2. Какие из перечисленных систем могут быть описаны процессом гибели и размножения?

А) Одноканальная СМО с отказами (M/M/1/1)

Б) Многоканальная СМО с ожиданием (M/M/c)

В) Система с конечной очередью (M/M/1/N)

Г) Система массового обслуживания с нетерпеливыми заявками (только при определенных допущениях)

Д) Детерминированная система без случайностей

3.3. Какие формулы верны для стационарного режима процесса гибели и размножения (λ_i – интенсивность рождения, μ_i – гибели)?

А) $p_i = p_0 * (\lambda_0 \lambda_1 ... \lambda_{i-1}) / (\mu_1 \mu_2 ... \mu_i)$

Б) $p_0 = 1 / (1 + \Sigma_i$ (произведение отношений))

В) $\lambda_i = \mu_{i+1}$ для любого i в стационарном режиме

Г) Условие существования стационарного режима: Σ (произведение) сходится

Д) $p_i = p_{i-1} * (\lambda_{i-1}/\mu_i)$

3.4. Какие из утверждений о процессе гибели и размножения для СМО M/M/1 верны?

А) $\lambda_i = \lambda$ (константа) для всех $i \geq 0$

Б) $\mu_i = \mu$ (константа) для всех $i \geq 1$

В) Условие стационарности: $\lambda < \mu$

Г) Стационарное распределение: $p_i = (1 - \lambda/\mu) * (\lambda/\mu)^i$

Д) Процесс гибели и размножения для M/M/1 невозможен

3.5. Какие величины могут выступать в качестве «интенсивности размножения» (рождения) в контексте СМО?

А) Интенсивность входного потока заявок λ

Б) Скорость поступления новых требований

В) Обратная величина от среднего времени обслуживания

Г) Параметр, равный μ (интенсивность освобождения канала)

Д) Частота появления новых каналов

Задания на установление правильной последовательности

3.6. Расположите шаги вывода уравнений Колмогорова для вероятностей состояний процесса гибели и размножения:

Записать вероятность того, что система находится в состоянии i в момент $t+\Delta t$ через вероятности в момент t

Перейти к пределу при $\Delta t \to 0$

Приравнять производную к нулю для стационарного режима

Составить разностные уравнения для $p_i(t+\Delta t)$

Получить систему дифференциальных уравнений $dP_i/dt = ...$

3.7. Установите последовательность состояний процесса гибели и размножения по увеличению числа заявок в системе:

Состояние 2 (две заявки)

Состояние 0 (система пуста)

Состояние N (очередь переполнена)

Состояние 1 (одна заявка)

3.8. Порядок вычисления стационарных вероятностей для M/M/1 через процесс гибели и размножения:

Вычислить $p_0 = 1 - \rho$

Найти $\rho = \lambda/\mu$

Записать $p_i = \rho * p_{i-1}$ для $i \geq 1$

Определить $p_i = \rho^i * p_0$

3.9. Последовательность этапов анализа стационарности процесса гибели и размножения:

Вычислить произведение отношений интенсивностей

Записать общее выражение для p_i через p_0

Убедиться, что сумма всех p_i сходится

Найти p_0 из условия нормировки

3.10. Упорядочьте названия состояний в порядке убывания вероятности (при $\rho<0.5$) в M/M/1:

Состояние 2

Состояние 0

Состояние 1

Состояние 3

Тема 4. Системы массового обслуживания с ожиданием. ПК-1.2.

Задания на выбор всех правильных ответов

4.1. Какие формулы справедливы для одноканальной СМО с ожиданием M/M/1?

А) Средняя длина очереди $L_q = \rho^2 / (1 - \rho)$

Б) Коэффициент загрузки $\rho = \lambda/\mu$

В) Среднее время ожидания в системе $W = 1/(\mu - \lambda)$

Г) Вероятность того, что в системе более k заявок, равна ρ^{k+1}

Д) Среднее число заявок в системе $L = \rho/(1-\rho)$

4.2. Какие из перечисленных систем являются СМО с ожиданием (не с отказами)?

А) $M/M/1/\infty$

Б) M/M/1/0 (нет мест в очереди)

В) M/M/3/10 (три канала, очередь до 10 мест)

Г) M/M/∞ (бесконечное число каналов)

Д) M/M/1/1 (один канал без очереди)

4.3. Какие дисциплины очереди могут использоваться в СМО с ожиданием?

А) FIFO

Б) LIFO

В) Random (случайный выбор)

Г) Приоритетная (с прерыванием или без)

Д) Все перечисленные

4.4. Какие параметры влияют на среднее время ожидания в очереди многоканальной СМО M/M/c?

А) Интенсивность входного потока λ

Б) Интенсивность обслуживания одним каналом μ

В) Число каналов c

Г) Дисперсия времени обслуживания (в M/M – задана)

Д) Длина очереди (лимит, если он есть)

4.5. Какие утверждения верны для формулы Литтла?

А) L = λ * W (среднее число заявок в системе = интенсивность входа * среднее время пребывания)

Б) $L_q = \lambda * W_q$ (для очереди)

В) Формула справедлива для любой стационарной СМО при любых распределениях

Г) Формула не требует экспоненциальности

Д) Формула верна только для M/M/1

Задания на установление правильной последовательности

4.6. Расположите значения средней длины очереди L_q в M/M/1 в порядке возрастания при следующих коэффициентах загрузки ρ:

ρ = 0.9

ρ = 0.5

ρ = 0.99

ρ = 0.75

4.7. Установите последовательность вычисления характеристик многоканальной СМО с ожиданием M/M/c:

Вычислить вероятность того, что все каналы свободны (p_0) по формуле Эрланга

Найти среднее число занятых каналов

Определить среднюю длину очереди L_q

Рассчитать $\rho = \lambda/(c \cdot \mu)$

Найти среднее время ожидания $W_q = L_q/\lambda$

4.8. Упорядочьте стадии перегрузки СМО M/M/1 при увеличении λ:

Среднее время ожидания начинает резко расти (нелинейно)

ρ = 1 (критическое значение)

Средняя длина очереди становится бесконечной (в теоретической модели)

При ρ близком к 0 система почти пуста

4.9. Расположите системы по возрастанию среднего времени пребывания (при одинаковых λ и μ):

M/M/2 (2 канала, бесконечная очередь)

M/M/1/5 (один канал, очередь 5)

M/M/1/10 (один канал, очередь 10)

M/M/1 (бесконечная очередь)

4.10. Последовательность действий при анализе стохастической СМО с ожиданием методом имитации:

Установить начальные условия (пустая система)

Провести множество прогонов модели

Сгенерировать последовательность заявок (интервалы, времена обслуживания)

Вычислить доверительные интервалы для характеристик
Запустить модель на заданное время или число заявок
Ключи к заданиям
Тема 1.

Выбор всех правильных ответов

№	Верные ответы
1.1	А, Б, Г
1.2	В, Д
1.3	А, Б, Г
1.4	Б, В, Д
1.5	А, В, Д

Установление последовательности

№	Правильный порядок (слева → направо)
1.6	4, 1, 2, 3
1.7	3, 2, 4, 1, 5
1.8	2, 1, 4, 3
1.9	3, 2, 1, 4, 5
1.10	2, 4, 1, 3

Тема 2.

Выбор всех правильных ответов

№	Верные ответы
2.1	А, В, Д
2.2	Б, Г
2.3	А, Б, В, Г, Д
2.4	А, Б, В, Д
2.5	А, Б, В

Установление последовательности

№	Правильный порядок
2.6	4, 2, 3, 1
2.7	3, 1, 4, 2
2.8	2, 4, 1, 3
2.9	2, 4, 3, 1
2.10	3, 2, 1, 4

Тема 3.

Выбор всех правильных ответов

№	Верные ответы
3.1	А, Б, В, Д
3.2	А, Б, В, Г
3.3	А, Б, Г, Д
3.4	А, Б, В, Г
3.5	А, Б

Установление последовательности

№	Правильный порядок
3.6	1, 4, 2, 5, 3
3.7	2, 4, 1, 3
3.8	2, 3, 4, 1
3.9	2, 1, 4, 3
3.10	2, 3, 1, 4

Тема 4.

Выбор всех правильных ответов

Установление последовательности

№	Верные ответы	№	Правильный порядок
4.1	А, Б, В, Г, Д	4.6	2, 4, 1, 3
4.2	А, В, Г	4.7	4, 1, 2, 3, 5
4.3	А, Б, В, Г, Д	4.8	4, 1, 2, 3
4.4	А, Б, В, Д	4.9	1, 2, 3, 4
4.5	А, Б, В, Г	4.10	1, 3, 5, 2, 4

Тема 5. Сравнение аналитического и имитационного моделирования. Сравнение пакетов имитационного моделирования и языков программирования. ПК-1.2.

Задания на выбор всех правильных ответов

5.1. Какие из утверждений об аналитическом моделировании верны?

А) Позволяет получить решение в виде явной формулы

Б) Всегда точнее имитационного

В) Требует упрощающих допущений

Г) Применимо к любым системам без ограничений

Д) Результат может быть получен быстрее, чем при имитации

5.2. Какие преимущества имеют специализированные пакеты имитационного моделирования (GPSS, AnyLogic) перед универсальными языками (C++, Python)?

А) Выше скорость выполнения расчётов в любых задачах

Б) Встроенные блоки для очередей и ресурсов

В) Автоматический сбор статистики

Г) Возможность визуализации процессов без программирования

Д) Отсутствие необходимости в валидации

5.3. В каких случаях имитационное моделирование предпочтительнее аналитического?

А) Система имеет нестационарный случайный поток

Б) Система описывается линейными дифференциальными уравнениями

В) Требуется учесть сложные логические правила и приоритеты

Г) Имеется точное аналитическое решение

Д) В системе много взаимосвязанных нелинейных обратных связей

5.4. Какие недостатки присущи использованию универсальных языков программирования для имитационного моделирования?

А) Необходимость самостоятельно реализовывать очереди и сбор статистики

Б) Отсутствие поддержки случайных чисел

В) Низкая переносимость моделей

Г) Большие трудозатраты на отладку логики времени

Д) Невозможность создания агентных моделей

5.5. Какие критерии следует учитывать при выборе между аналитическим и имитационным моделированием?

А) Наличие случайных факторов

Б) Сложность взаимосвязей в системе

В) Необходимость получения численного ответа

Г) Требования к точности и достоверности

Д) Наличие готовой аналитической модели

Задания на установление правильной последовательности

5.6. Расположите этапы решения задачи моделирования в правильном порядке:

Аналитическое решение (если возможно)

Выбор метода (аналитический / имитационный)

Постановка задачи
Разработка имитационной модели (если выбран имитационный)
Интерпретация результатов
5.7. Упорядочьте действия при сравнении пакета GPSS и языка C++ для имитации:
Оценить сложность реализации сбора статистики
Определить требуемую гибкость модели
Сравнить скорость выполнения типовых операций
Выбрать инструмент
Проанализировать наличие готовых блоков для СМО
5.8. Последовательность стадий верификации и валидации имитационной модели, реализованной на универсальном языке:
Сравнение выходных данных модели с реальной системой
Проверка корректности реализации алгоритмов (пошаговая отладка)
Проверка соответствия концептуальной модели
Анализ чувствительности к параметрам
5.9. Порядок выбора между аналитической формулой и имитационным экспериментом для расчёта средней длины очереди:
Попытка применить формулу Литтла и модели M/M/1
Если допущения нарушены – переход к имитации
Проверка, являются ли потоки пуассоновскими, а время обслуживания – экспоненциальным
Вычисление по формуле и сравнение с допустимой погрешностью
5.10. Этапы построения имитационной модели в среде GPSS (по сравнению с программированием на C++):
Генерация транзактов
Описание блоков (QUEUE, SEIZE, ADVANCE, RELEASE, DEPART)
Определение ресурсов и очередей
Запуск модели и сбор статистики

Тема 6. Типы операторов GPSS. Сбор статистики при ожидании. Блоки, изменяющие порядок прохождения блоков транзактами. Моделирование многоканальных устройств. ПК-1.2.

Задания на выбор всех правильных ответов
6.1. Какие блоки GPSS относятся к изменяющим порядок прохождения транзактов?
А) TRANSFER
Б) QUEUE
В) GATE
Г) LOOP
Д) ADVANCE
6.2. Какие блоки используются для сбора статистики об ожидании в очереди?
А) QUEUE
Б) DEPART
В) SEIZE
Г) TABULATE
Д) ENTER
6.3. Какие конструкции GPSS позволяют моделировать многоканальное устройство?
А) STORAGE с ёмкостью N и блоки ENTER/LEAVE
Б) N отдельных блоков SEIZE/RELEASE
В) FACILITY с параметром многоканальности
Г) Использование LOGIC SWITCH
Д) LINK и UNLINK
6.4. Какие утверждения о блоке TRANSFER верны?
А) Может передавать транзакт в другой блок безусловно

Б) Может выполнять переход с вероятностью
В) Может передавать транзакт в блок с меткой по значению параметра
Г) Всегда заканчивает транзакт
Д) Используется только для статистики
6.5. Какие блоки GPSS изменяют время продвижения транзакта или его приоритет?
А) ADVANCE
Б) PRIORITY
В) TERMINATE
Г) ASSIGN
Д) MARK
Задания на установление правильной последовательности
6.6. Правильный порядок блоков при моделировании одноканального устройства с измерением времени ожидания:
DEPART
SEIZE
QUEUE
RELEASE
ADVANCE
6.7. Последовательность действий для моделирования многоканального устройства (STORAGE) с 3 каналами:
ENTER
QUEUE
DEPART
STORAGE INIT
LEAVE
6.8. Порядок выполнения операторов в транзакте, который должен с вероятностью 0.3 уйти на дополнительную обработку:
TRANSFER с вероятностью 0.3
Блок дополнительной обработки
Основной блок
Объединяющий блок после TRANSFER
6.9. Этапы сбора статистики времени ожидания в очереди с помощью блоков QUEUE/DEPART:
Фиксация момента выхода из очереди (DEPART)
Запись времени входа в очередь (QUEUE)
Вычисление разности и обновление статистики
Начало обслуживания (SEIZE)
6.10. Последовательность изменения состояния транзакта при приоритетном прерывании (блок PREEMPT):
Прерванный транзакт попадает в список ожидания
Высокоприоритетный транзакт захватывает устройство
PREEMPT прерывает текущее обслуживание
После освобождения устройства прерванный транзакт возобновляет обслуживание

Тема 7. Параметры транзактов. Работа со списками пользователей. ПК-1.2.

Задания на выбор всех правильных ответов
7.1. Какие способы задания и изменения параметров транзакта существуют в GPSS?
А) Блок ASSIGN
Б) Блок PARAMETER
В) Операция Pn в поле операнда
Г) Блок INDEX
Д) Блок ENTER
7.2. Какие операции возможны со списками пользователей (user chain)?

А) LINK – поместить транзакт в список
Б) UNLINK – извлечь транзакт
В) SCAN – просмотреть список без извлечения
Г) SORT – отсортировать список по параметру
Д) JOIN – объединить два списка
7.3. Какие утверждения о параметрах транзактов верны?
А) Параметры могут быть целыми или вещественными
Б) Каждый транзакт имеет собственные копии параметров
В) Параметры доступны только внутри блока ASSIGN
Г) Значение параметра можно использовать в арифметических выражениях
Д) Параметры не могут быть изменены после создания транзакта
7.4. Какие блоки GPSS работают со списками пользователей (цепочек)?
А) LINK
Б) UNLINK
В) CHAIN
Г) RESET
Д) SPLIT
7.5. Какие значения могут быть присвоены параметру транзакта блоком ASSIGN?
А) Константа
Б) Значение другого параметра
В) Значение арифметического выражения
Г) Метка блока
Д) Содержимое ячейки сохранения
Задания на установление правильной последовательности
7.6. Порядок действий при использовании списка пользователей для ожидания события:
UNLINK (извлечение при наступлении события)
LINK (помещение транзакта в список)
GENERATE (создание транзакта-«будильника»)
Помещение ожидающих транзактов в список
7.7. Последовательность изменения параметра транзакта с номером 2 на значение 5:
ASSIGN 2,5
Чтение значения через P2
Создание транзакта
Использование P2 в выражении
7.8. Этапы работы с параметрами при создании сложной цепи транзактов:
Генерация транзакта
Присвоение параметрам уникальных идентификаторов (ASSIGN)
Использование параметров в блоке TRANSFER для маршрутизации
Изменение параметров по ходу движения
7.9. Порядок освобождения транзактов из списка пользователей по условию:
Выполнение UNLINK с заданным условием
Транзакты, удовлетворяющие условию, покидают список
Поступление сигнала (например, изменение ресурса)
Оставшиеся транзакты продолжают ждать
7.10. Последовательность приоритетного извлечения из списка пользователей:
Установка приоритета транзакта (PRIORITY)
LINK транзактов в список
UNLINK с выбором по приоритету
Обработка извлечённого транзакта

Тема 8. Определение функции в GPSS. Функции распределения случайных величин. ПК-1.2.

Задания на выбор всех правильных ответов

8.1. Какие типы функций поддерживаются в GPSS?

А) D (дискретная)

Б) C (непрерывная кусочно-линейная)

В) L (логистическая)

Г) E (экспоненциальная)

Д) N (нормальная)

8.2. Какие способы задания функции распределения в GPSS существуют?

А) Таблица пар (входное значение – выходное значение)

Б) Аналитическая формула

В) Ссылка на встроенный генератор случайных чисел

Г) Имя стандартной функции (например, RN1)

Д) Сочетание других функций

8.3. Где может использоваться функция в GPSS?

А) В операнде ADVANCE

Б) В операнде GENERATE

В) В блоке QUEUE

Г) В арифметическом выражении через FN$name

Д) Только в блоке TRANSFER

8.4. Какие распределения можно смоделировать с помощью стандартных функций GPSS?

А) Равномерное (RN1)

Б) Экспоненциальное (EXPONENTIAL)

В) Нормальное через преобразование

Г) Пуассоновское (через GENERATE с экспоненциальным)

Д) Детерминированное

8.5. Какие утверждения о создании пользовательской функции в GPSS верны?

А) Функция определяется в начале программы с помощью оператора FUNCTION

Б) Функция может быть одномерной и многомерной

В) Для непрерывной функции (тип C) используется линейная интерполяция между точками

Г) Дискретная функция (тип D) задаётся парами (номер значения, вероятность)

Д) Функция не может обращаться к другой функции

Задания на установление правильной последовательности

8.6. Последовательность определения и использования дискретной функции (тип D) для распределения числа покупателей:

Использовать FN$DISC в операнде GENERATE

Задать пары (значение, вероятность накопленная)

Написать оператор FUNCTION

Указать тип D и имя

8.7. Порядок генерации случайного времени обслуживания с нормальным распределением через функцию:

Вычислить значение функции FN$NORMAL

Определить функцию как C (непрерывную) с парой (аргумент-значение)

Получить равномерное число RN1 в качестве аргумента

Использовать обратное преобразование (метод обратной функции)

8.8. Этапы вычисления значения функции в GPSS во время прогона:

Вычисление аргумента (например, RN1)

Обращение через FN$name

Поиск интервала в таблице функции

Линейная интерполяция (для типа C) или прямой выбор (для типа D)

8.9. Порядок создания составной (вложенной) функции:

Определить вспомогательную функцию

Определить основную функцию, в операндах которой используется FN$aux

Поместить вызов основной функции в ADVANCE

Убедиться, что тип аргумента основной функции – числовой
8.10. Последовательность тестирования правильности функции распределения в GPSS:
Собрать статистику сгенерированных значений (например, через QTABLE)
Определить теоретическое распределение
Задать функцию по таблице
Сравнить эмпирические квантили с теоретическими

Ключи к заданиям
Тема 5.

Выбор всех правильных ответов

№	Верные ответы
5.1	А, В, Д
5.2	Б, В, Г
5.3	А, В, Д
5.4	А, Г (В – сомнительно; правильные: А, Г; также можно добавить «большие трудозатраты», но обычно это А и Г) – уточним: А, Г
5.5	А, Б, Г, Д (В – не критерий)

Установление последовательности

№	Правильный порядок
5.6	3, 2, 1, 4, 5
5.7	2, 5, 3, 1, 4
5.8	3, 2, 1, 4
5.9	1, 3, 4, 2
5.10	3, 1, 2, 4

Тема 6.

Выбор всех правильных ответов

№	Верные ответы
6.1	А, В, Г (TRANSFER, GATE, LOOP)
6.2	А, Б (QUEUE/DEPART)
6.3	А, Б (STORAGE + ENTER/LEAVE или несколько SEIZE/RELEASE)
6.4	А, Б, В
6.5	А, Б, Д (ADVANCE – время, PRIORITY – приоритет, MARK – фиксация времени)

Установление последовательности

№	Правильный порядок
6.6	3, 2, 5, 4, 1 (QUEUE → SEIZE → ADVANCE → RELEASE → DEPART)
6.7	4 (STORAGE INIT сначала вне транзакта), затем в транзакте: 2, 1, 5, 3 (QUEUE, ENTER, LEAVE, DEPART) – правильный порядок: сначала инициализация STORAGE, затем в потоке: QUEUE, ENTER, LEAVE, DEPART. – порядок: 4,2,1,5,3
6.8	3, 1, 2, 4
6.9	2, 1, 4, 3 (QUEUE запоминает время входа, DEPART – выхода, затем разность и статистика)

6.10	3, 2, 1, 4

Тема 7.

Выбор всех правильных ответов

№	Верные ответы
7.1	А, В (ASSIGN и Pn)
7.2	А, Б (LINK, UNLINK)
7.3	А, Б, Г
7.4	А, Б (LINK, UNLINK)
7.5	А, Б, В, Д

Установление последовательности

№	Правильный порядок
7.6	2, 4, 3, 1 (LINK, затем транзакты в списке, GENERATE будильник, UNLINK)
7.7	3, 1, 2, 4
7.8	1, 2, 4, 3
7.9	3, 1, 2, 4
7.10	1, 2, 3, 4

Тема 8.

Выбор всех правильных ответов

№	Верные ответы
8.1	А, Б (D и C)
8.2	А, Г (таблица пар и встроенные генераторы)
8.3	А, Б, Г (ADVANCE, GENERATE, в выражениях)
8.4	А, В, Г (равномерное RN1, нормальное через преобразование, пуассоновский поток через экспоненциальный интервал)
8.5	А, В, Г (D – пары (значение, вероятность) или накопленная вероятность)

Установление последовательности

№	Правильный порядок
8.6	3, 4, 2, 1 (FUNCTION имя D, затем пары, затем использование)
8.7	2, 4, 3, 1
8.8	1, 2, 3, 4
8.9	1, 2, 4, 3
8.10	2, 3, 1, 4

6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	РЕЗУЛЬТАТ В БАЛЛАХ
Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок	90-100

Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где обучающийся демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.	75-89
Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.	60-74
Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е. обучающийся не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.	1-59

7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)

Подготовка к лекциям.

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин. Каждому обучающемуся следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Самостоятельная работа на лекции.

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность обучающегося. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в

большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Подготовка к практическим занятиям.

Подготовку к каждому практическому занятию каждый обучающийся должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованную к данной теме. На основе индивидуальных предпочтений обучающемуся необходимо самостоятельно выбрать тему доклада по проблеме практического занятия и по возможности подготовить по нему презентацию. Если программой дисциплины предусмотрено выполнение практического задания, то его необходимо выполнить с учетом предложенной инструкции (устно или 10 письменно). Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности обучающегося свободно ответить на теоретические вопросы практического занятия, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Структура практического занятия:

В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы может практическое занятие состоять из четырех-пяти частей:

1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.
2. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания, выполненного дома, если это предусмотрено программой.
3. Подведение итогов занятия.

Первая часть – обсуждение теоретических вопросов - проводится в виде фронтальной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний обучающихся. Примерная продолжительность – до 15 минут. Первая часть – выполнение практического задания в рамках конкретной темы, обсуждение результатов. Если практическое задание должно было быть выполнено дома, то на практическом занятии преподаватель проверяет его выполнение (устно или письменно). Примерная продолжительность – 15-20 минут. Подведением итогов заканчивается практическое занятие. Обучающимся должны быть объявлены оценки за работу и даны их четкие обоснования. Примерная продолжительность – 5 минут.

Работа с литературными источниками.

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, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

8.1. Основная литература

1. Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. — Москва : Юрайт, 2023. — 389 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01098-5.

2. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Юрайт, 2024. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04734-9.

3. Вьюненко, Л. Ф., Михайлов, М. В., Первозванская, Т. Н. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / под ред. Л. Ф. Вьюненко. — Москва : Юрайт, 2024. — 283 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01098-5.

4. Кутузов, О. И., Татарникова, Т. М. Моделирование систем. Имитационный метод : учебник для вузов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 224 с. — ISBN 978-5-507-48872-8.

5. Безруков, А. И. Математическое и имитационное моделирование : учебное пособие / А. И. Безруков ; Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-16-020396-6.

8.2. Дополнительная литература

1. Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование. Авторская имитация систем и сетей с очередями : учебное пособие для вузов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 112 с. — ISBN 978-5-507-53256-8.

2. Боев, В. Д. Компьютерное моделирование : учебное пособие / В. Д. Боев. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 517 с. — ISBN 978-5-4497-0888-5.

3. Олейникова, С. А. Математическое моделирование и системы массового обслуживания : учебное пособие / С. А. Олейникова ; Воронежский государственный технический университет. — Воронеж : Изд-во ВГТУ, 2021. — 90 с. — ISBN 978-5-7731-0963-1.

4. Кораблев, Ю. А. Имитационное моделирование. Практикум : учебное пособие. — Москва : КноРус, 2025. — 154 с.

5. Бычков, С. П., Храмов, А. А. Программирование в системе моделирования GPSS : учебное пособие. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. — 60 с. — ISBN 978-5-7262-1298-2.

6. Снетков, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие. — Москва : Евразийский открытый институт, 2008. — 228 с.

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

1. ГОСТ Р 57188-2016. Численное моделирование физических процессов. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2018.

Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 февраля 2018 г. № 50-ст. Содержит понятие «имитационная модель».

2. ГОСТ Р 57700.3–2017. Численное моделирование динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2018.

Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 мая 2017 г. № 427-ст. Определяет понятие имитационной модели применительно к социотехническим системам.

3. ГОСТ Р 57700.24-2020. Компьютерные модели и моделирование. Валидационный базис. — М.: Стандартинформ, 2020. — 8 с.

Устанавливает общие требования к валидационному базису компьютерных моделей и моделирования.

4. ГОСТ Р 57700.25-2020. Компьютерные модели и моделирование. Процедуры валидации. — М.: Стандартинформ, 2020. — 12 с.
Содержит рекомендации по проведению процедур валидации компьютерных моделей.

5. ГОСТ 19.002-80. ЕСПД. Схемы алгоритмов и программ. Правила выполнения. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
Используется при графическом представлении имитационных алгоритмов и моделей.

8.4. Интернет-ресурсы

1. Национальное общество имитационного моделирования (НОИМ) России — simulation.su
Профессиональное сообщество, занимающееся развитием имитационного моделирования в России. На сайте представлены методические материалы, обзоры литературы, календарь конференций и публикации.
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» — urait.ru
3. Электронно-библиотечная система «Лань» — e.lanbook.com
4. Издательство «ИНФРА-М». ЭБС Znanium — znanium.ru
5. Официальный сайт GPSS World (российское сообщество) — gpss.ru
Ресурс, посвященный системе имитационного моделирования GPSS World, содержит методические материалы, примеры программ, учебные пособия и документацию на русском языке.

9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства: - Libre Office (лицензия Mozilla Public License v2.0.) - 7-Zip (лицензия GNU Lesser General Public License) - AIMP (лицензия LGPL v.2.1) - STDU Viewer (freeware for private non-commercial or educational use) - GIMP (лицензия GNU General Public License) - Inkscape (лицензия GNU General Public License).

Для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, закреплены аудитории согласно расписанию учебных занятий: рабочее место преподавателя, посадочные места по количеству обучающихся, доска меловая, персональный компьютер с лицензированным программным обеспечением общего назначения, мультимедийный проектор, экран, интерактивная панель.