

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ,
Протокол №2-8/2021 От 30.08.2021

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Моделирование систем ВТ

Направление подготовки:	09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
Профиль:	«Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»
Квалификация (степень) выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная

Обнинск 2021 г.


Фонд оценочных средств составлен в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника (квалификация (степень) бакалавр)

Фонд оценочных средств составил:

_____ А.И. Перегуда, профессор, доктор технических наук,
профессор

Фонд оценочных средств рассмотрен на заседании отделения интеллектуальных кибернетических систем (О)
(протокол № 5/7 от «30» июля 2021 г.)

Руководитель образовательной программы
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

 С.О. Старков
«30» июля 2021 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Моделирование систем ВТ» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Моделирование систем ВТ» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

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

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП Содержание компетенций*	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной	Знать: математические схемы моделирования систем; Уметь: использовать программные средства для решения задач математической статистики; использовать методы решения практических задач и находить оптимальное решение; Владеть: Владеть методами моделирования и выполнять машинные эксперименты, а также обработки и интерпретации их результатов.
ОПК-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем.	Знать: Знает основы системного администрирования, администрирования СУБД, современные стандарты информационного взаимодействия систем. Уметь: Уметь: выполнять параметрическую настройку информационных и автоматизированных систем. Владеть: навыками инсталляции программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем.
ОПК-9	Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	Знать: классификацию систем массового обслуживания; методы оценки параметров распределения по выборочной совокупности Уметь: использовать программные средства для решения задач математической статистики; Владеть: навыками применения случайных процессов при решении практических задач.

Дисциплина «Моделирование систем ВТ» входит в учебный план подготовки бакалавра по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» профиля «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» и относится к дисциплинам профессиональной части цикла.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Алгебра и геометрия», «Теория вероятностей», «Математический анализ», «Вероятностные методы вычислительной техники» и др.

Дисциплина «Моделирование систем ВТ» является одной из основ для изучения дисциплин «Надежность информационных систем», «Защита информации», «Теория информации», «Основы теории управления: системный анализ» и др.

- сведения об иных дисциплинах (преподаваемых в том числе на других кафедрах) участвующих в формировании данных компетенций;
- требования к результатам освоения дисциплины;

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ООП бакалавриата.

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в Приложении.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см.п. 4 рабочей программы дисциплины).

1.3. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Вероятностные методы в вычислительной технике»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 5 семестр			
1.	Методы имитации случайных воздействий используя: метод обратных функций, метод перебора и метод интерпретации. Классические схемы, схемы Бернулли, биномиального распределения, формулу полной вероятности.	ОПК-1, ОПК-5	Лабораторная работа 1 Лабораторная работа 2 Контрольная работа 1
2.	Распределение случайного вектора. Оценивать характеристики сетей массового обслуживания. Теория восстановления. Регенерирующие процессы.	ОПК-1, ОПК-9	Лабораторная работа 3 Домашняя работа.

3	Показатели надежности сетевых структур. Абстрактная модель информационных систем. Математическое описание информационных систем и основные показатели надежности. Вычисление вероятностей потери информации и останова сервера, клиента, порта. Математическая модель надежности систем защиты информации. Регенерирующее моделирование.	ОПК-9, ОПК-1	Лабораторная работа 4 Контрольная работа 2
Промежуточный контроль, 5 семестр			
	зачет		

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутой и высокий.

<i>Уровни</i>	<i>Содержательное описание уровня</i>	<i>Основные признаки выделения уровня</i>	<i>БРС, % освоения</i>	<i>ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета</i>
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутой <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено

<i>уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	75-84	<i>С/ Хорошо/ Зачтено</i>
<i>Пороговый</i> <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	<i>D/Удовлетворительно/ Зачтено</i>
			60-64	<i>E/Посредственно/ Зачтено</i>
<i>Ниже порогового</i>	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	<i>Неудовлетворительно/ Зачтено</i>

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
пороговый	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	17	25
	ДЗ-1+ЛР-1	10	15
	ДЗ-2+ЛР-2	7	10
	Контрольная точка № 2	18	30
	ДЗ-3+ЛР-3	6	15
	ДЗ-4+ЛР-4	6	10
	ДЗ-5+ЛР-5	6	10
	Бонусы	0	5
Промежуточный	Зачет		
	Зачетный билет	20(25)*	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

\\Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях, за ... 1...

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

Штрафы: за несвоевременную сдачу (указать вид работ) максимальная оценка может быть снижена на 3. баллов (или %)

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

4.1. Экзаменационные билеты.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление/
Специальность

Код «Название специальности»

Профиль/
Специализация

«Название профиля/специализации»

Дисциплина

«Моделирование систем ВТ»

Экзаменационный билет №1

- 1) Имитация n -мерной случайной точки (уметь)
- 2) Теория двойственности в линейном программировании (знать).
- 3) Вычислить показатели надежности восстанавливаемой системы (λ_1, λ_2 -интенсивности отказов подсистем и μ_1, μ_2 - интенсивности восстановления подсистем) (владеть)



Руководитель образовательной программы _____ С. О. Старков

«___» _____ 2021 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

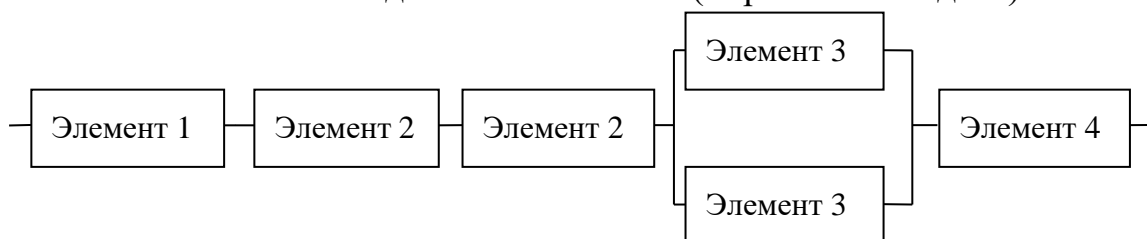
Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление/ Специальность	Код «Название специальности»
Профиль/ Специализация	«Название профиля/специализации»
Дисциплина	«Моделирование систем ВТ»

Экзаменационный билет №2

- 1) Процесс восстановления (знать).
- 2) Имитация дискретных случайных величин (уметь)
- 3) Вычислить показатели надежности системы (марковская модель)



Составитель _____ А.И.Перегуда
 (подпись)

Руководитель образовательной программы _____ С. О. Старков

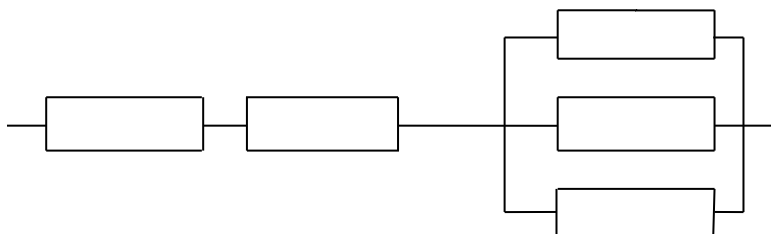
« ____ » _____ 2021 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

Направление/ Специальность	Код «Название специальности»
Профиль/ Специализация	«Название профиля/специализации»
Дисциплина	«Моделирование систем ВТ»

Экзаменационный билет № 3

- 1) Моделирование случайных воздействий.
- 2) Метод обратной функции
- 3). Записать структурную функцию в виде линейной формы.



Составитель _____ А.И.Перегуда
(подпись)

Руководитель образовательной программы _____ С. О. Старков

« ____ » _____ 2021 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление/ Специальность	Код «Название специальности»
Профиль/ Специализация	«Название профиля/специализации»
Дисциплина	«Моделирование систем ВТ»

Экзаменационный билет №4

- 1) Система M/G/1
- 2) Метод замены переменных
- 3) Прибор состоит из двух блоков – основного и резервного. Если основной блок выходит из строя, включается резервный. Времена службы блоков показательно распределены со средними θ_1 и θ_2 . Выборочные испытания для 10 приборов показали средний срок службы 35 часов и среднее квадратическое отклонение 25 часов. Оценить средний срок службы основного и резервного блоков

Составитель _____ А.И.Перегида
(подпись)

Руководитель образовательной программы _____ С. О. Старков

« ____ » _____ 2021 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление/ Специальность	Код «Название специальности»
Профиль/ Специализация	«Название профиля/специализации»
Дисциплина	«Моделирование систем ВТ»

Экзаменационный билет №5

1) Типовые конфигурации подсетей локальных вычислительных сетей и графические модели их надежности.

2) Основные характеристики отказоустойчивости и методы их вычисления.

3) Выполнить анализ надежности схемы «2 из 3» (структурная функция)

Составитель _____ А.И.Перегуда
(подпись)

Руководитель образовательной программы _____ С. О. Старков

« ____ » _____ 2021 г.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Зачтено 24-40	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
Не зачтено 23 и меньше	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

4.2. Вопросы к экзаменам

- 1) Моделирование случайных воздействий.
- 2) Имитация дискретных случайных величин
- 3) Имитация n – мерной случайной точки
- 4) Датчики случайных чисел и их свойства.
- 5) Метод замены переменных
- 6) Метод суперпозиции
- 7) Моделирование случайной величины, распределенной по биномиальному закону.
- 8) Моделирование случайной величины распределенной по закону Пуассона.
- 9) Метод суперпозиции
- 10) Погрешность и сходимость метода Монте – Карло.
- 12) Имитация нормально, распределенных случайных воздействий
- 13) Оценка интегралов методом Монте-Карло
- 14) Метод замены переменных

- 15) Понятие о методах понижение дисперсии при статистическом моделировании
- 16) Моделирование системы с отказами
- 17) Алгоритм моделирование системы M/M/1
- 18) Алгоритм моделирование системы с произвольными распределениями случайных воздействий
- 19) Алгоритм моделирование системы M/M/c.
- 20) Алгоритм моделирование системы массового обслуживания с не экспоненциальным законом распределения.
- 21) Имитационное моделирование систем массового обслуживания
- 22) Структурная функция монотонной системы.
- 23) Структурная функция мостиковой схемы.
- 24) Моделирование восстанавливаемых систем.
- 25) Алгоритм моделирования резервированных систем
- 26) Моделирование системы M|G|2 по одной длинной реализации.
- 27). Моделирование сетевых структур.
- 28). Оценка интегралов методом Монте-Карло.
- 29) Регенерирующая модель.
- 30) Точность полученных оценок
- 31). Гистограмма, Полигон
- 32). Построение доверительных интервалов.
- 33) Метод обратных функций
- 34). Имитация случайных воздействий, имеющих гамма-распределение
- 35). Имитация случайных воздействий, распределенных по закону Вейбулла.
- 36) Процесс восстановления. Основные теоремы восстановления
- 37) Альтернирующий процесс восстановления
- 38) Математическая модель надежности локальной вычислительной сети.
- 39) Вычисление вероятностей потери информации и останова сервера.
- 40) Вычисление вероятностей потери информации и останова клиента.
- 41) Вычисление вероятностей потери информации и останова порта
- 42) Показатели надежности локальной сети
- 43) Математическая модель надежности систем защиты информации.

4.3. Сокращенное описание лабораторных работ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление/ Специальность	Код «Название специальности»
Профиль/ Специализация	«Название профиля/специализации»
Дисциплина	«Моделирование систем ВТ»

Лабораторная работа № 1

Оценка характеристик методом статистических испытаний системы массового обслуживания по одной реализации

Описание системы и алгоритм ее моделирования

Когда необходимо оценить параметры не переходного периода, а стационарного установившегося режима, достигаемого при $t \rightarrow \infty$, ситуация несколько изменяется. При моделировании стационарных случайных процессов параметры их могут быть получены не как статистическое среднее по множеству реализаций, а как средние по времени для одной достаточно длинной реализации процесса. Но одной стационарности в этом случае уже недостаточно, необходимо, чтобы изучаемый процесс обладал свойством эргодичности. Случайный процесс называется *эргодическим*, если любая его вероятностная характеристика, полученная усреднением по множеству возможных реализаций, с вероятностью, сколь угодно близкой к единице, равна временному среднему, полученному усреднением за достаточно большой промежуток времени по одной-единственной реализации случайного процесса. Из эквивалентности двух способов усреднения эргодического случайного процесса по множеству и по времени следует, что не всегда имеет смысл при моделировании накапливать большую совокупность реализаций, а достаточно одной реализации, наблюдаемой в течение длительного промежутка времени.

Заметим, что все случайные процессы типа «гибели и рождения» удовлетворяют свойству эргодичности, а, следовательно, все марковские системы массового обслуживания удовлетворяют этому свойству. Но для такого типа систем, как правило, получены конечные соотношения практически для всех показателей при стационарном режиме функционирования. Примером такой системы может быть, например, система $M/M/c/k$, на вход которой поступает простейший поток заявок, обслуживание заявок происходит по показательному закону, число каналов обслуживания c и число мест в очереди (объем буфера) k . В такой системе могут находиться самое большее $c+k-1$ заявок и любая заявка, поступившая сверх этого числа,

получает отказ и немедленно покидает систему без обслуживания. Для этой системы условие эргодичности может быть доказано. Если систему $M/M/c/k$ нет необходимости моделировать, то систему $M/G/c/k$ моделировать уже необходимо ($G \sim$ означает произвольный закон распределения времени обслуживания одной заявки), так как система $M/G/c/k$ уже не марковская и для нее нет конечных аналитических соотношений, необходимых для вычисления ее характеристик.

Рассмотрим в качестве примера систему массового обслуживания, состоящую из двух каналов. Число мест ожидания обслуживания заявками также равно двум. Предположим, что интервалы времени между поступающими заявками независимые и одинаково распределенные случайные величины. Обозначим закон распределения интервалов времени между поступающими заявками функцией $F(t)$, время обслуживания одной заявки – случайная величина, распределенная по произвольному закону с функцией распределения $G(t)$. Необходимо оценить характеристики системы в установившемся режиме:

- вероятности состояний системы;
- среднее число занятых каналов;
- среднее время ожидания заявки в очереди.

Число состояний рассматриваемой СМО конечное и все ее состояния сообщающиеся, а входящий поток заявок стационарный, (из чего следует, что из каждого состояния ее можно за конечное число шагов попасть в другое). Поскольку входящий поток заявок стационарный, то можно предположить, что процесс функционирования системы будет обладать свойством эргодичности. Ранее упоминалось, что для эргодических процессов можно характеристики системы определять, как средние по времени по одной достаточно длинной реализации процесса. Воспользуемся этим обстоятельством при моделировании данной системы.

Предположим, что в начальный момент времени ($t=0$) в системе отсутствуют заявки. Используя датчик псевдослучайных чисел, моделируем момент поступления ξ_1 первой заявки как решение уравнения $\xi_1 = F^{-1}(\gamma_1)$, где $F^{-1}(\cdot)$ - функция, обратная к функции $F(\cdot)$. Поступившая заявка заставит оба канала свободными. Выбор обслуживающего канала можно производить посредством разыгрывания (показано при моделировании системы с отказами) или, пронумеровав каналы, предположить, что заявка будет обслуживаться тем каналом, номер которого меньше. Здесь будем рассматривать второй способ выбора обслуживающего канала: первая заявка поступает на обслуживание на первый канал.

Для удобства и наглядности представления процесса моделирования этой системы представим его развернутым во времени. Моменты поступления заявок в систему будем регистрировать на оси времени $\{0\}$, процесс обслуживания заявок первым каналом будем регистрировать на оси $\{1\}$, вторым

– на оси {2}, на осях {3} и {4} будут отражаться состояния первого и второго мест в очереди, жирная черта будет указывать на то, что данное место в очереди занято. Процедура моделирования системы G/G/2/2 изображена на рис. 1. Заметим, что масштаб времени по всем осям один и тот же.

На оси времени {0} будут отмечены моменты поступления заявок, которые определяются формулой

$$\xi_k = \xi_{k-1} + F^{-1}(\gamma) = \sum_{i=1}^k F^{-1}(\gamma)$$

(для случайных чисел не указывается номер).

Отметим, что в любом случае все используемые случайные числа должны быть различны на всех этапах моделирования, именно исходя из этого в дальнейшем производится оценка погрешности моделирования.

Первая заявка обслуживается первым каналом в течение времени, определяемом соотношением $\tau_1 = G^{-1}(\gamma)$, которое отметим на оси времени {1}. Полученное значение времени τ_1 выделим жирной линией на рис. 1. После окончания обслуживания эта заявка покидает систему, и первый канал обслуживания вновь становится свободным.

Теперь разыгрываем поступление и обслуживание второй заявки: она поступила в систему в момент времени ξ_2 и этот момент отмечаем на оси {0}. Так как первый канал занят обслуживанием первой заявки, то поступившую заявку будет обслуживать второй канал, причем обслуживание длится в течение времени $\tau_2 = G^{-1}(\gamma)$, что отмечаем на оси {2}.

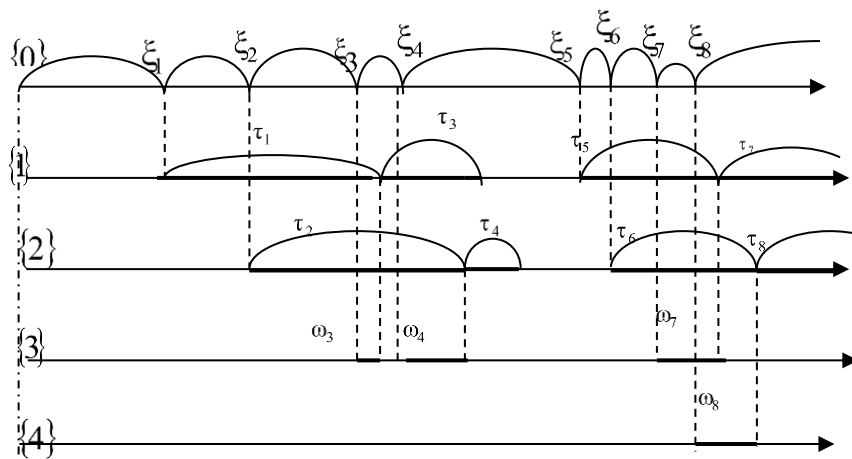


Рис. 1. Диаграмма обслуживания заявок в системе

После обслуживания второй канал освободился. Напомним, что при вычислении величин τ_1 и τ_2 используются различные случайные числа одной и той же последовательности.

Моделируем поступление третьей заявки. Эта заявка поступила в систему в момент времени ξ_3 , когда оба канала заняты обслуживанием первой и второй заявок, следовательно, заявка с номером три уходит в очередь и занимает там первое место ожидания, что должно быть отмечено на осях $\{0\}$ и $\{3\}$.

Третья заявка ждет, когда освободится канал обслуживания. Момент освобождения канала и его номер определяются из условия

$$\min((\tau_1 - \xi_2 - \xi_3)^+, (\tau_2 - \xi_3)^+),$$

где $x^+ = \max(0, x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ x & x > 0 \end{cases}$.

Из рисунка 1 следует, что первым освобождается первый канал, и время ожидания третьей заявкой в очереди составит величину $\tau_1 - \xi_2 - \xi_3$, которую отметим на оси времени $\{3\}$ жирной линией. Третья заявка обслуживается первым каналом случайное время τ_3 .

Продолжим моделирование поступления заявок в систему. Пусть четвертая заявка поступила на обслуживание в момент времени ξ_4 . Прежде всего, составляем условие, позволяющее определить, есть ли свободный канал обслуживания: $\min((\tau_1 + \tau_3 - \xi_2 - \xi_3 - \xi_4)^+, (\tau_2 - \xi_3 - \xi_4)^+)$ и проверяем его. Если нет свободных каналов, то заявка получает отказ в обслуживании и становится в очередь и ждет обслуживания.

Из данных, приведенных на рис.1, видно, что минимальное значение составляет $\tau_2 - \xi_3 - \xi_4$, это означает, что второй канал освободится раньше, чем первый, следовательно, четвертая заявка поступит на обслуживание во второй канал. Величина $\tau_2 - \xi_3 - \xi_4$ - есть время ожидания обслуживания четвертой заявкой и на оси $\{4\}$ отмечаем жирной линией.

Дальнейшие вычисления и отображение их на рис. 1 аналогичны.

Предполагаем, что моделирование данной системы производилось достаточно длительное время для того, чтобы можно было считать режим функционирования системы установившимся. Это предположение, как будет показано ниже, позволяет устранять влияние начального этапа моделирования. Результаты позволяют оценить все необходимые нам характеристики СМО. Вычислим вероятности состояний системы P_0, P_1, P_2 того, что будут заняты 0, 1, 2 каналов обслуживания. Для вычисления P_0 просуммируем все промежутки времени (см. рис. 1), когда оба канала не были заняты обслуживанием заявок, обозначив эту сумму через T_0 . Затем значение T_0 разделим на время моделирования системы T и получаем $P_0 = T_0/T$. Вероятность P_1 находится аналогично: вычисляем сумму времен t_1 , когда один из каналов был занят обслуживанием заявки, а второй канал был свободен, затем делим на величину T и получаем $P_1 = T_1/T$. Вероятность P_2 того, что оба

канала заняты обслуживанием заявок, определяется соотношением $P_2 = T_2/T$, где T_2 – сумма всех промежутков времени, когда оба канала обслуживают заявки.

Исходные данные

- Задана схема системы массового обслуживания, т.е. задано количество каналов обслуживания и объем буфера.
- Заданы функции распределения времени обслуживания каналом заявки.
- Задан закон распределения входящего потока заявок.

В процессе выполнения работы необходимо решить следующие задачи.

- Разработать алгоритм моделирования процесса функционирования заданной системы.
- Оценить вероятности состояний системы, среднее число занятых каналов и среднее время ожидания заявки в очереди.
- Оценить точность полученных результатов.

5) Требования к отчету.

Отчет должен содержать:

- 1) Цель работы.
- 2) Постановку задачи.
- 3) Описание поставленной задачи.
- 4) Графики, полученные в процессе решения поставленной задачи.
- 5) Анализ выявленных в процессе моделирования зависимостей.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление/ **Код «Название специальности»**

Специальность

Профиль/ **«Название профиля/специализации»**

Специализация

Дисциплина **«Моделирование систем ВТ»**

Лабораторная работа по моделированию систем №2.

Планирование машинных экспериментов с моделями систем.

Математические методы планирования экспериментов основаны на кибернетическом представлении процесса проведения эксперимента. Наиболее подходящей моделью последнего является абстрактная схема, называемая черным ящиком. При таком кибернетическом подходе различают входные и выходные переменные: $x_1, x_2, \dots, x_k, y_1, y_2, \dots, y_m$. В зависимости от того, какую роль играет каждая переменная в проводимом эксперименте, она может являться либо фактором, либо реакцией.

Каждый фактор $x_i, i = \overline{1, k}$ может принимать в эксперименте одно из нескольких значений, называемых уровнями. Фиксированный набор уровней факторов определяет одно из возможных состояний рассматриваемой системы. Одновременно этот набор представляет собой условия проведения одного из возможных экспериментов.

Каждому фиксированному набору уровней факторов соответствует определенная точка в многомерном пространстве, называемом факторным пространством. Существует вполне определенная связь между уровнями факторов и реакцией (откликом) системы, которую можно представить в виде соотношения $y_l = \psi_l(x_1, x_2, \dots, x_k), l = \overline{1, m}$.

Функцию ψ_l , связывающую реакцию с факторами, называют функцией реакции, а геометрический образ, соответствующий функции реакции — поверхностью реакции. Исследователю заранее не известен вид зависимостей $\psi_l, l = \overline{1, m}$, поэтому используют приближенные соотношения: $\bar{y}_l = \varphi_l(x_1, x_2, \dots, x_k), l = \overline{1, m}$.

Зависимость φ_l находят по данным эксперимента. Эксперимент необходимо поставить так, чтобы при минимальных затратах ресурсов (например, минимальном числе испытаний), варьируя по специально сформулированным правилам значения входных переменных, построить математическую модель системы и оценить ее характеристики.

При планировании экспериментов необходимо определить основные свойства факторов. В частности, фактор называется управляемым, если его уровни целенаправленно выбираются исследователем в процессе эксперимента. Соответственно, фактор называется наблюдаемым, если его значения наблюдаются и регистрируются.

Исходные данные.

–Тип системы массового обслуживания (например, M|M|1, M|M|C и т. п.).

–Факторы (например, интенсивность входящего потока заявок, интенсивность обслуживания заявок и т. п.).

Реакции (например, средняя длина очереди, среднее время ожидания заявкой начала обслуживания и т. п.).

В процессе выполнения работы необходимо разработать программу для ЭВМ, которая будет решать следующие задачи:

- Оценка значений реакций системы при заданных значениях факторов, включая оценку погрешности метода Монте-Карло.

- Построение графиков зависимостей реакций системы от заданного фактора при фиксированных значениях прочих факторов, включая построение границ доверительного интервала для оценки реакции.

- Построение плана полного факторного эксперимента для заданного набора реакций и факторов.

- Оценка коэффициентов регрессии по данным, полученным при выполнении полного факторного эксперимента.

- Построение на основании полученного уравнения регрессии графиков зависимостей реакций системы от заданного фактора при фиксированных значениях прочих факторов.

Требования к программе.

Приведем основные требования к разрабатываемой программе:

- Предпочтительная платформа - win32. Программы, разработанные для ОС MS-DOS не принимаются. Использовать иные платформы не возбраняется, но в этом случае задача обеспечения демонстрации программы ложится целиком на студента.

- Обязательное требование к программе - наличие графического интерфейса.

- Не принимаются программы, разработанные в офисных пакетах (MS Office и подобные), пакетах компьютерной математики (MatLab, MathCad, Mathematica, Maple, Maxima, Octave и подобные), специализированных системах моделирования (GPSS и подобные, т. к. целью курса не является изучение подобных специализированных систем). В остальном выбор языка программирования и средств разработки оставляется полностью на усмотрение студента. Рекомендуется использовать средства разработки, не требующие установки дополнительных библиотек времени выполнения для запуска программ, в противном случае задача обеспечения демонстрации программы ложится целиком на студента.

- Исходный код программы должен быть легко читаемым. Комментарии в исходном коде приветствуются.

Также рекомендуется применение объектно-ориентированного подхода.

- Графический интерфейс программы должен быть удобен в использовании: не перегружен элементами, подписи элементов отвечают их назначению, язык интерфейса программы - русский (английский допускается при условии корректного перевода).

5. Требования к отчету.

В данном разделе представлены требования к отчету по лабораторной работе.

Отчет должен включать:

- Цель работы.
- Постановку задачи.
- Описание решения поставленной задачи.
- Графики, полученные в процессе решения поставленной задачи.
- Анализ выявленных в процессе моделирования зависимостей.
- Выводы.

Исходный код программы приводить в отчете не требуется.

Прочие требования к выполнению и сдаче лабораторной работы.

- Студент должен свободно ориентироваться в исходном коде разработанной программы.
- Студент должен изучить теоретические сведения, относящиеся к данной лабораторной работе.

Варианты заданий к данной работе.

Обозначения:

- M — экспоненциальное распределение $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ или $F(t) = 1 - e^{-\mu t}$.
- W — распределение Вейбулла—Гнеденко $F(t) = 1 - e^{-\alpha t^\beta}$
- N — нормальное распределение $N(a, \sigma)$.
- U — равномерное распределение на интервале $[c; d]$.

Система массового обслуживания обозначается следующим образом:

<сведения о распределении длительности промежутков времени между приходами заявок> | <сведения об распределении времени обслуживания заявки> | <количество обслуживающих устройств> | <емкость накопителя, если не указано - накопитель бесконечный>.

1. Система: M|M|C. Факторы: λ , μ , C. Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

2. Система: M|M|1|K. Факторы: λ , μ , K. Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

3. Система: M|M|C|K. Факторы: λ , C. Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

4. Система: M|W|1. Факторы: λ , α , β . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

5. Система: M|W|C. Факторы: λ , α , C. Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

6. Система: $M|W|1|K$. Факторы: λ, μ, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

7. Система: $M|W|C|K$. Факторы: λ, α, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

8. Система: $M|N|1$. Факторы: λ, α, σ . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

9. Система: $M|N|C$. Факторы: λ, α, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

10. Система: $M|N|1|K$. Факторы: λ, a, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

11. Система: $M|N|C|K$. Факторы: λ, a, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

12. Система: $M|U|1$. Факторы: λ, c, d . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

13. Система: $M|U|C$. Факторы: λ, d, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

14. Система: $M|U|1|K$. Факторы: λ, d, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

15. Система: $M|U|C|K$. Факторы: λ, d, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

16. Система: $N|M|C$. Факторы: a, μ, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

17. Система: $N|M|1|K$. Факторы: a, μ, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

18. Система: $N|M|C|K$. Факторы: a, μ, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

19. Система: $N|W|1$. Факторы: a, α, β . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

20. Система: $N|W|C$. Факторы: a, α, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

21. Система: $N|W|1|K$. Факторы: a, β, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

22. Система: $N|W|C|K$. Факторы: a, β, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

23. Система: $N|U|1$. Факторы: a, c, d . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

24. Система: $N|U|C$. Факторы: a, d, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

25. Система: $N|U|1|K$. Факторы: a, d, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

26. Система: $N|U|C|K$. Факторы: a, d, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
27. Система: $W|M|C$. Факторы: α, μ, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
28. Система: $W|M|1|K$. Факторы α, μ, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
29. Система: $W|M|C|K$. Факторы: α, μ, σ . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
30. Система: $W|N|1$. Факторы: α, a, σ . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
31. Система: $W|N|C$. Факторы: α, a, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
32. Система: $W|N|1|K$. Факторы: α, a, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
33. Система: $W|N|C|K$. Факторы: α, a, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
34. Система: $W|U|1$. Факторы: α, c, d . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
35. Система: $W|U|C$. Факторы: α, d, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
36. Система: $W|U|1|K$. Факторы: α, d, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
37. Система: $W|U|C|K$. Факторы: α, d, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
38. Система: $U|M|C$. Факторы: d, μ, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
39. Система: $U|M|1|K$. Факторы: d, μ, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
40. Система: $U|M|C|K$. Факторы: d, μ, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
41. Система: $U|W|1$. Факторы: d, α, β . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
42. Система: $U|W|C$. Факторы: d, α, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
43. Система: $U|W|1|K$. Факторы: d, β, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
44. Система: $U|W|C|K$. Факторы: d, β, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.
45. Система: $U|N|1$. Факторы: d, a, σ . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

46. Система: $U|N|C$. Факторы: d, a, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

47. Система: $U|N|1|K$. Факторы: d, a, K . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

48. Система: $U|N|C|K$. Факторы: d, a, C . Реакции: средняя длина очереди в стационарном режиме.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление/ Специальность	Код «Название специальности»
Профиль/ Специализация	«Название профиля/специализации»
Дисциплина	«Моделирование систем ВТ»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Оценка показателей надежности систем: методом обратной функции.

Для заданной системы методом статистического моделирования получить: среднюю наработку системы до отказа; оценку вероятности безотказной работы, а также построить доверительные интервалы для оцениваемых показателей и проверить гипотезу о законе распределения.

Исходные данные

- Дана схема системы, состоящей из n элементов.
- Заданы функции распределения наработок до отказа каждого элемента
- Заданы параметры функций распределения наработок до отказа каждого элемента.

В процессе выполнения работы необходимо решить следующие задачи для системы, представленной на рис. 2.

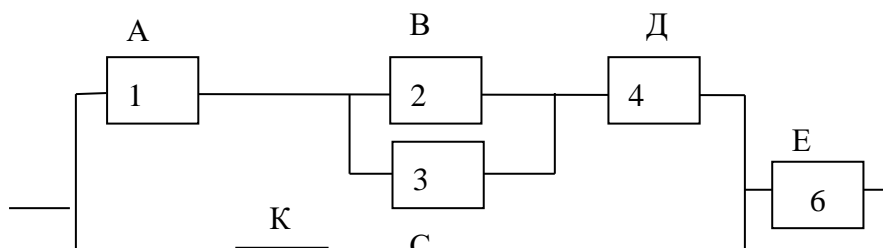


Рис. 2. Структурная схема надежности системы, состоящей из 7-ми блоков

Задание определяется семизначным номером варианта $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7$. Разряды 1-7 кодов соответствуют типу структуры блоков А, В, С, Д, К, Е, М соответственно, причем $a_i = 0$ – параллельное соединение из двух элементов, $a_i = 1$ – последовательное соединение двух элементов,.

Задание.

- Разработать алгоритм моделирования процесса функционирования заданной системы.
- Оценить среднюю наработку до отказа системы используя заданные функции распределения и параметры распределения.
- Оценить эмпирическую функцию распределения системы используя заданные функции распределения и параметры распределения.
- Оценить точность полученных результатов.
- Решить задачу проверки гипотезы о законе распределения.

Требования к отчету.

Отчет должен содержать:

- 1) Цель работы.
- 2) Постановку задачи.
- 3) Описание поставленной задачи.
- 4) Графики, полученные в процессе решения поставленной задачи.
- 5) Анализ выявленных в процессе моделирования зависимостей.
- 6) Выводы.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление/ Специальность	Код «Название специальности»
Профиль/ Специализация	«Название профиля/специализации»
Дисциплина	«Моделирование систем ВТ»

Лабораторная работа по моделированию систем №4

Моделирование вычислительных сетей с функциональной деградацией модулей методом Монте-Карло.

Применение метода статистических испытаний в системах массового обслуживания и в сетях массового обслуживания состоит в том, что вместо аналитического описания системы массового обслуживания (СМО) проводится «розыгрыш» случайного процесса, протекающего в системе массового обслуживания, с помощью специально разработанной процедуры. В результате такого «розыгрыша» получается каждый раз новая, отличная от других реализация случайного процесса. Такая имитация процесса функционирования СМО и сетей массового обслуживания (СеМО) позволяет получить множество выборочных значений (реализации) исследуемого процесса, которые легко обрабатываются методами математической статистики.

Цель работы. Изучение метода имитационного моделирования вычислительных сетей с функциональной деградацией модулей, освоение навыков экспериментальных исследований на базе машинных моделей вычислительных сетей.

Исходные данные.

- Дана вычислительная сеть, состоящая из m идентичных многофункциональных модулей, каждый из которых может выполнять любую из n функций.
- Многофункциональные модули предполагаются невозстанавливаемыми
- Нарботка на отказ по i -й функции модуля распределена по показательному закону с параметром λ_i .

В процессе выполнения работы необходимо решить следующие задачи.

- Разработать алгоритм моделирования процесса функционирования заданной вычислительной сети.
- Получить оценку коэффициента сохранения эффективности и средней наработки до того момента, когда качество обслуживания становится неприемлемым, а также оценить погрешность метода.

- Разработать программное обеспечение, реализующее разработанный алгоритм и вычисляющее указанные оценки и погрешности.
- Построить график зависимости коэффициента сохранения эффективности от времени, на графике отобразить погрешность.

Требования к отчету.

Отчет должен содержать:

- 1) Цель работы.
 - 2) Постановку задачи.
 - 3) Описание решения поставленной задачи.
 - 4) Графики, полученные в процессе решения поставленной задачи.
 - 5) Анализ выявленных в процессе моделирования зависимостей.
- б) Выводы.

Прочие требования к выполнению и сдаче лабораторной работы.

- а) Студент должен свободно ориентироваться в исходном коде разрабатываемой программы.
- в) Студент должен изучить теоретические сведения, относящиеся к данной работе.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Направление/ Специальность	Код «Название специальности»
Профиль/ Специализация	«Название профиля/специализации»
Дисциплина	«Моделирование систем ВТ»

Лабораторная работа по моделированию систем № 5

**Моделирование замкнутой марковской сети массового обслуживания
методом Монте-Карло**

Сеть состоит из множества $\mathfrak{R} = \{1, 2, \dots, M\}$ узлов, в которых размещены обслуживающие приборы и накопители заявок. Сеть с множеством узлов

$\mathfrak{R} = \{1, 2, \dots, M\}$ без источника и стока, в которой циркулирует постоянное число N однотипных заявок называется замкнутой однородной сетью.

Пусть θ_{ij} – вероятность того, что после завершения обслуживания в узле $i, i \in \mathfrak{R}$ и независимо от предшествующей траектории заявка мгновенно переходит в узел $j, j \in \mathfrak{R}$. Поскольку в модели замкнутой сети внешняя среда отсутствует, то

$$\Theta = (\theta_{ij})_{i, j \in \mathfrak{R}}, \quad \sum_{j=1}^M \theta_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, M},$$

– это стохастическая маршрутная матрица замкнутой сети.

Пусть все узлы замкнутой сети сообщаются, так что матрица $\Theta = (\theta_{ij})_{i, j \in \mathfrak{R}}, \quad \sum_{j=1}^M \theta_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, M}$ неразложима и, следовательно, в каждом ее столбце имеется хотя бы один положительный элемент.

Поскольку заявки никогда не покидают замкнутую сеть, то в условии эргодичности нет необходимости, а вместо него появляется простое структурное требование: каждый из M узлов должен иметь возможность для размещения всех N заявок.

Исходные данные.

- Дана замкнутая марковская однородная сеть массового обслуживания, состоящая из M узлов, в которых циркулируют N однотипных заявок.

- Дана стохастическая маршрутная матрица сети Θ .

- Даны количества каналов обслуживания $c_i, i = \overline{1, M}$ в каждом из узлов сети и функции распределения длительности обслуживания заявки каждым из узлов $B_i(x) + 1 - e^{-\mu_i x}, x \geq 0, i = \overline{1, M}$.

В процессе выполнения работы необходимо решить следующие задачи:

- Разработать алгоритм моделирования процесса функционирования заданной вычислительной сети.

- Оценить, среднее количество заявок, ожидающих обслуживания в сети в стационарном режиме, среднее время ожидания заявкой начала обслуживания в узлах в стационарном режиме.

- Разработать программное обеспечение, реализующее разработанный алгоритм и вычисляющее указанные оценки и соответствующие погрешности.

- Предполагая распределения длительности обслуживания заявок одинаковыми для всех узлов сети, построить графики зависимости

оцениваемых величин от параметра μ функции распределения времени обслуживания, на графике также нанести погрешности.

3. Требования к отчету.

Отчет должен включать:

- Цель работы.
- Постановку задачи.
- Описание решения поставленной задачи.
- Графики, полученные в процессе решения поставленной задачи.
- Анализ выявленных в процессе моделирования зависимостей.
- Выводы.

Исходный код программы приводить в отчете не требуется.

Перечень заданий для контрольных работ

Контрольная работа №1.

Вычислить: вероятность безотказной работы, наработку на отказ системы используя марковскую модель надежности.

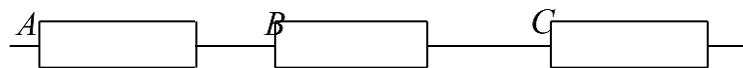
Вариант задания определяется номером a_1, a_2, a_3 .

Разряды 1,2,3 задают тип структуры блоков A, B, C соответственно, причем

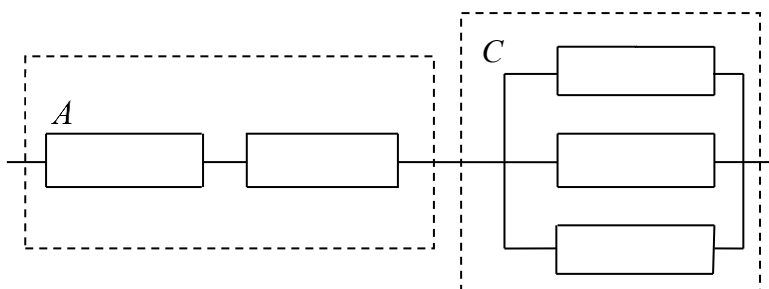
$a_i = 0$ - один элемент,

$a_i = 1_k$ - последовательное соединение элементов с интенсивностями отказов $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ соответственно,

$a_i = 2_k$ - параллельное соединение, k - количество элементов в данном соединении.



Так номеру $1_2, 0, 2_3$ соответствует схема

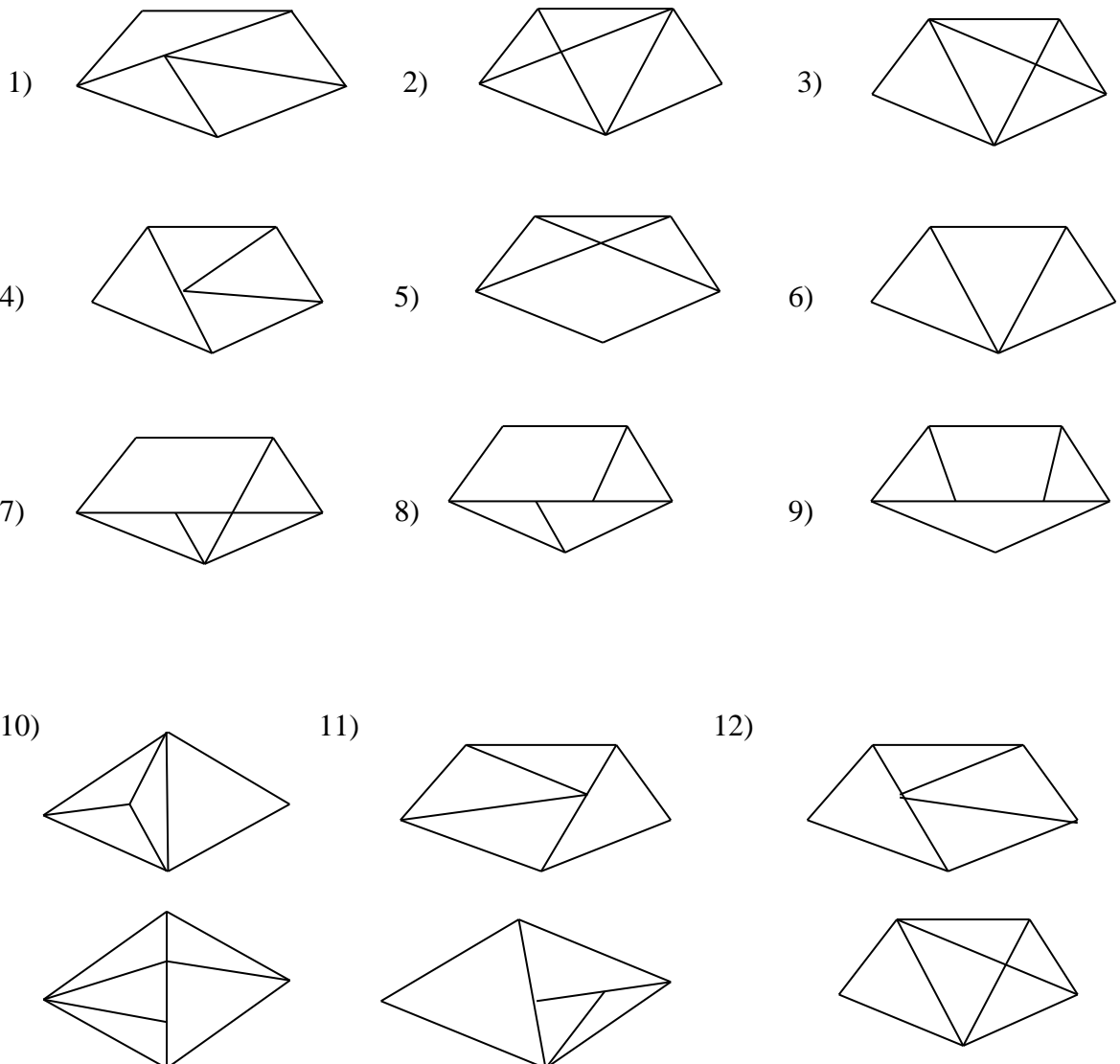


Если решена задача полностью без ошибок, то такая работа оценивается в 10 баллов. При неверном составлении графа состояний системы и дальнейшим верном вычислении или если граф состояний составлен верно, но в дальнейших вычислениях обнаружена ошибка, то работу можно на 7 баллов. Если отсутствует вычисление одного из требуемых показателей, работа оценивается в 5 баллов, при отсутствии двух показателей, оценка выставляется равной 3 баллов

Контрольная работа №2.

Вычислить: вероятность безотказной работы сетевой структуры, наработку на отказ и важность одного из элементов. В предлагаемом задании, ребро графа - это элемент схемы, точка пересечения ребер графа не есть точка соединения элементов.

Вариант задания определяется набором чисел: $\dot{a}_1, \dot{a}_2, \dot{a}_3, a_4$: где \dot{a}_1 - номер задания, \dot{a}_2 указывает метод вычисления структурной функции, если $\dot{a}_2 = 1$, то метод минимальных путей и минимальных сечений; $\dot{a}_2 = 2$, то метод разложения по особому элементу; $\dot{a}_2 = 3$, то структурную функцию следует записать в виде линейной формы, \dot{a}_3 - число, изменяющееся от 1 до 15 указывающий, номер элемента для которого необходимо вычислить важность.



13)

14)

15)

Если решена задача полностью без ошибок, то такая работа оценивается в 10 баллов. При отсутствии вычисления одного из требуемых показателей, работа оценивается в 7 баллов, при отсутствии двух показателей, оценка выставляется равной 3 баллов и т.д.

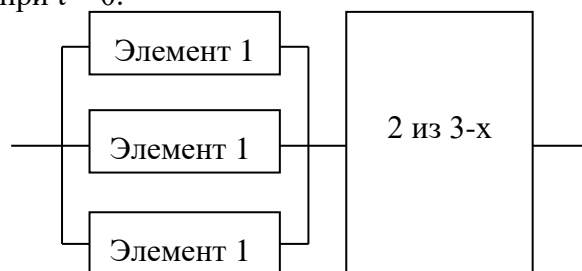
4.6. Варианты задач для домашних заданий

1. Нерезервированная система управления состоит из $n=4000$ элементов. Известна требуемая вероятность безотказной работы системы $P_c(t) = 0,9$ при $t = 100$ час. Необходимо рассчитать допустимую среднюю интенсивность отказов одного элемента, считая элементы равнонадежными, для того чтобы приблизительно оценить достижение заданной вероятности безотказной работы при отсутствии профилактических осмотров в следующих случаях: а) резервирование отсутствует; б) применено общее дублирование.

2. Устройство обработки состоит из трех одинаковых блоков. Вероятность безотказной работы устройства $P_y(t_i)$ в течение $(0, t_i)$ должна быть не менее 0,9. Определить, какова должна быть вероятность безотказной работы каждого блока в течение $(0, t_i)$ для случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется пассивное общее резервирование с неизменной нагрузкой всего устройства в целом; в) имеется пассивное отдельное резервирование с неизменной нагрузкой по блокам.

3. Система состоит из двух одинаковых элементов. Для повышения ее надежности конструктор предложил дублирование системы по способу замещения с ненагруженным состоянием резерва. Требуется определить вероятность безотказной работы системы $P_c(t)$, среднее время безотказной работы $T_{ср}$, частоту отказов, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$.

4. Схема расчета надежности изделия приведена на рис. Необходимо определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$, частоту отказов $\varphi_c(t)$, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ изделия. Найти $\lambda_c(t)$ при $t = 0$.

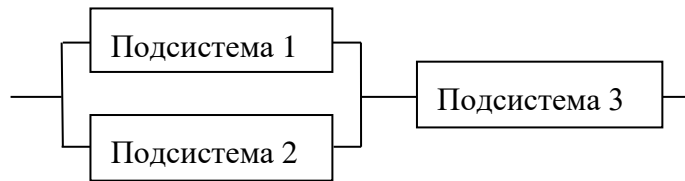


5. В радиопередающем канале связи системы используется основной передатчик П1, два передатчика П2 и П3, находящиеся в ненагруженном резерве. Интенсивность отказов основного работающего передатчика равна $\lambda_0=10^{-3}$ 1/ч. С момента отказа передатчика П1 в работу включается П2, после отказа передатчика П2 включается П3. При включении резервного передатчика в работу его интенсивность отказов становится равной λ_0 . Считая переключатель абсолютно надежным, определить вероятность безотказной работы $P_c(t)$ радиопередающего канала, среднее время безотказной работы $T_{ср}$ канала. Определить также $P_c(t)$ при $t=100$ ч.

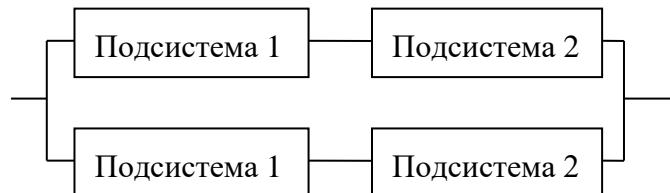
6. Устройство автоматического поиска неисправностей состоит из двух логических блоков. Среднее время безотказной работы этих блоков одинаково и для каждого из них равно $T_{\text{ср}} = 200\text{ч}$. Требуется определить среднее время безотказной работы устройства $T_{\text{ср}}$ для двух случаев:

а) имеется ненагруженный резерв всего устройства; б) имеется ненагруженный резерв каждого блока.

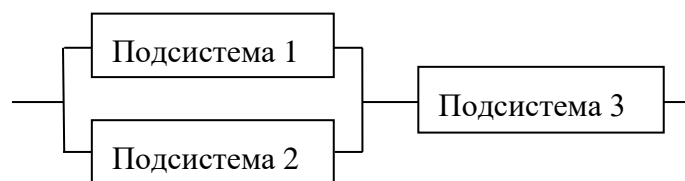
7. Схема расчета надежности устройства показана на рис. 3.22. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов устройства. Интенсивности отказов элементов имеет следующие значения $\lambda_1 = 3 \times 10^{-4}\text{ч}^{-1}$, $\lambda_2 = 1.5 \times 10^{-5}\text{ч}^{-1}$ и $12 \times 10^{-4}\text{ч}^{-1}$. Необходимо определить вероятность безотказной работы устройства в течении времени $t = 100\text{ч}$



8. В телевизионном канале связи, состоящем из приемника и передатчика, применено раздельное дублирование передатчика и приемника. Передатчик и приемник имеют интенсивности отказов $\lambda_2 = 1.5 \times 10^{-5}\text{ч}^{-1}$ и $\lambda_1 = 3 \times 10^{-4}\text{ч}^{-1}$ соответственно. Требуется определить вероятность безотказной работы канала, среднее время безотказной работы $T_{\text{ср}}$, частоту отказов, интенсивность отказов. Требуется определить вероятность безотказной работы системы



9. Радиоэлектронная аппаратура состоит из трех блоков: I, II и III. Интенсивности отказов для этих трех блоков соответственно равны $\lambda_1 = 2\lambda_2 = 8\lambda_3$. Требуется определить вероятность безотказной работы аппаратуры: а) резерв отсутствует; б) имеется дублирование каждого блока.



10. Резервированная система управления состоит из $n=4000$ элементов. Известна требуемая вероятность безотказной работы системы $P_c(100) = 0,95$. Необходимо рассчитать допустимую λ среднюю интенсивность отказов одного элемента, считая элементы равнонадежными, для того чтобы приблизительно оценить достижение заданной вероятности безотказной работы при отсутствии профилактических осмотров в следующих

случаях: а) резервирование отсутствует; б) применено раздельное (поэлементное) дублирование.

11. В радиопередатчике, состоящем из трех равнонадежных каскадов ($n=3$), применено раздельное дублирование каждого каскада. Интенсивность отказов каскадов равна $4 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$. Рассчитать вероятность безотказной работы в течение времени $t = 100 \text{ ч}$ и среднее время безотказной работы $T_{\text{ср}}$ радиопередатчика.

12. Вычислительное устройство состоит из $n=3$ одинаковых блоков, к каждому из которых подключен блок в нагруженном резерве. Интенсивность отказов каждого блока равна $\lambda = 5 \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$. Требуется определить вероятность безотказной работы устройства и среднее время безотказной работы устройства $T_{\text{ср}}$.

4.7.1. СЕМЕСТРОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ (Зачет)

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине – 100 баллов.

1. В зависимости от суммарного количества набранных баллов студенту выставляются следующие итоговые оценки: 0-40 баллов – «не допуск к экзамену»; 61-75 баллов – «удовлетворительно», 75-89 – «хорошо», 90-100 – «отлично».

2. Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 60 баллов.

3. Оценка промежуточной аттестации (текущей успеваемости): – посещение всех лекционного и семинарских занятия 17 баллов; – решение задач у доски во время практических занятий – в зависимости от уровня активности на всех практических занятиях в семестре можно получить максимально 17 баллов; – контрольная работа оценивается в 10 баллов; всего будет проведено 2 контрольных работы, то за семестр можно получить за них 20 баллов, 6 баллов поощрительные за использование ПК при выполнении домашних работ.

Максимальная сумма баллов промежуточной аттестации (текущей успеваемости) – 60 баллов.

Для ликвидации задолженностей по пропущенным занятиям и невыполненным заданиям возможно проведение отработки в часы консультаций преподавателей, ведущих дисциплину, до начала зачётной сессии.

4.7.2. Оценка семестровой аттестации экзамен:

– на экзамене студенту предлагается два теоретический вопрос и задача из разных разделов. Полный и правильный ответ на каждый из вопросов оценивается в 13 баллов, а решение задачи в 14 баллов, в результате за экзамен студент имеет возможность набрать 40 баллов;

– некоторые студенты, проявившие активность при изучении курса и набравшие по итогам текущей аттестации 60 баллов, по усмотрению преподавателя, ведущего занятия, на экзамене автоматически могут получить 40 баллов. Максимальная сумма баллов семестровой аттестации (зачета) – 40 баллов. Критерии оценивания теоретических знаний оценка «отлично» выставляется студенту, который:

- полно раскрывает содержание учебного материала в объеме, предусмотренном программой, изучил основную литературу по вопросам дисциплины и ознакомился с дополнительной;

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;

- обладает достаточными знаниями для продолжения обучения и дальнейшей профессиональной деятельности;

- умеет увязать теорию и практику при решении задач и анализе конкретных ситуаций;

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

Оценка «хорошо»:

- неполно раскрывает содержание учебного материала в объеме, предусмотренном программой, изучил основную литературу по вопросам дисциплины и ознакомился с дополнительной;

- владеет методологией данной дисциплины, но путается в определениях основных понятий;

- обладает достаточными знаниями для продолжения обучения и дальнейшей профессиональной деятельности;

- умеет увязать теорию и практику при решении задач и анализе конкретных ситуаций.

Оценка «удовлетворительно»

- не ответил на один вопрос билета или не решил задачи;

- владеет методологией данной дисциплины, путается в определениях основных понятий;

- обладает достаточными знаниями для продолжения обучения и дальнейшей профессиональной деятельности;

- умеет увязать теорию и практику при решении задач и анализе конкретных ситуаций.

Оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине и не может дать определений основных понятий.

Составитель _____ А.И. Перегуда

« _____ » _____ 2021г.

