



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки

**08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО**

Профиль программы  
**«ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ»**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства  
кафедра прикладной математики и информационных технологий

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1.3: Представление базовых для профессиональной сферы процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й)	Математическое моделирование	<u>Знать:</u> методы моделирования физических и химических (естественнонаучных) процессов и явлений, протекающих на объекте профессиональной деятельности. <u>Уметь:</u> решать задачи профессиональной деятельности используя методы математического моделирования. <u>Владеть:</u> навыками обработки рабочих данных методами математического аппарата.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;

2.3 Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

## 3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания предназначены для оценки в рамках текущего контроля успеваемости знаний и умений, полученных студентами на лекционных и лабораторных занятиях, а также для измерения соответствующих индикаторов достижения компетенции.

Содержание теста определяется в соответствии с содержанием дисциплины пропорционально учебному времени, отведенному на изучение разделов, перечисленных в рабочей программе модуля.

Время выполнения теста 45 мин.

Типовые варианты тестовых заданий приведены в Приложении 1.

3.2. Шкала оценивания тестовых заданий основана на пятибалльной системе, которая реализована в программном обеспечении.

Оценка «зачтено»	Оценка «Не зачтено»
при правильном выполнении не менее 75% заданий	при правильном выполнении менее 75% заданий

Результаты измерений индикатора считаются положительными при получении студентом оценки «зачтено».

3.3 Типовые задания и контрольные вопросы по лабораторным работам приведены в Приложении 2. Варианты заданий и материал, необходимый для подготовки к ним, в том числе показатели, критерии и шкалы оценивания результатов, представлены в учебно-методическом пособии, размещенном в электронной среде.

3.4 Критерии и шкала оценки заданий лабораторных работ.

Оценка «Не зачтено»	Оценка «зачтено»
неудовлетворительное знание основных теоретических положений, формул, понятий, относящихся к теме работы; неумение формулировать выводы; неумение пользоваться компьютер для решения заданий; во время проведения текущего контроля не предоставлена работа	знание основных теоретических положений, формул, понятий, относящихся к теме работы; умение решать задания с использованием компьютера и делать выводы по полученным результатам

Результаты измерений индикатора считаются положительными при получении студентом оценки «зачтено».

#### **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

Оценка «зачтено» выставляется студенту при защите 100% всех работ.

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Математическое моделирование» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Водоснабжение и водоотведение»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий 04.03.2022 (протокол №6).

И.о. заведующего кафедрой



А.И. Руденко

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры строительства (протокол № 5 от 19.04.2022 г.)

Заведующий кафедрой



В.А. Пименов

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### Вариант 1

#### Вопрос 1

Материальная точка может служить моделью объекта в системе:

- а) Пассажир (объект), движущийся в самолете
- б) Самолет (объект), летящий над поверхностью Земли
- в) Груз (объект), совершающий колебания в среде с сопротивлением
- г) Деталь(объект), обрабатываемая на станке

#### Вопрос 2

Элементы, которые осуществляют непосредственное взаимодействие между элементами (или подсистемами) системы, а также с элементами и подсистемами ее окружения – это:

- а) компоненты
- б) цели
- в) среды
- г) связи

#### Вопрос 3

Элементы, которые находятся за пределами границ системы - это:

- а) компоненты
- б) цели
- в) среды
- г) связи

#### Вопрос 4

Модель считается адекватной объекту-оригиналу, если она с достаточной степенью приближения на уровне понимания моделируемого процесса исследователем отражает закономерности:

- а) форм и свойств системы во внешней среде
- б) процесса функционирования реальной системы вне внешней среды
- в) процесса функционирования реальной системы во внешней среде
- г) форм и свойств системы вне внешней среды

#### Вопрос 5

Подобие, которое предполагает адекватность формального описания свойств объектов, называется:

- а) структурным

- б) математическим
- в) аналитическим
- г) физическим

Вопрос 6

Основным преимуществом машинного эксперимента перед натурным является возможность:

- а) неограниченного повторения
- б) точного анализа результатов
- в) полного воспроизведения условий
- г) быстрых вычислений

Вопрос 7

Принятая модель планирования вычислительного эксперимента называется \_\_\_\_\_ ящик.

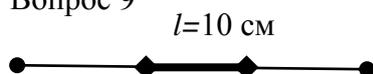
- а) белый
- б) серый
- в) черный
- г) закрытый

Вопрос 8

Значение, принимаемое фактором, называется:

- а) уровнем
- б) квантом
- в) квантилем
- г) ступенью

Вопрос 9



$L=20 \text{ см}$

При условии, что вероятность попадания случайной точки на отрезок пропорциональна его длине независимо от расположения, вероятность попадания этой точки на отрезок  $l$  равна:

- а) 0,1
- б) 0,5
- в) 0,7
- г) 0,2

Вопрос 10

Область значений функции распределения случайной величины:

- а)  $(0;1)$
- б)  $[0;1]$

в)  $(0;1]$

г)  $[0;1)$

Вопрос 11

Апостериорную вероятность гипотез находят по формуле:

а) Байеса

б) полной вероятности

в) Пуассона

г) Бернулли

Вопрос 12

Совокупность переменных состояния, необходимых для описания системы в определенный момент времени называется:

а) событием системы

б) программой системы

в) состоянием системы

г) фазой системы

Вопрос 13

Поток событий, при котором вероятность попадания на любой элементарный участок временной оси двух или более событий является бесконечно малой величиной, называется:

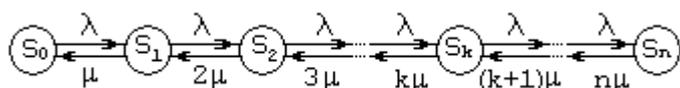
а) потоком без последействия

б) стационарным

в) простейшим

г) ординарным

Вопрос 14



Граф системы с  $n$  состояниями, где  $\lambda$ - интенсивность потока поступления,  $\mu$  - интенсивность потока обслуживания, соответствует:

а) системе «хищник-жертва»

б) многоканальной СМО с отказами

в) одноканальной СМО с отказами

г) многоканальной СМО с очередью

Вопрос 15

Ниже приведена программная модель парикмахерской

*10 Waittime QTABLE Barber,0,2,15*

20	<i>GENERATE</i>	3.34,1.7
30	<i>TEST LE</i>	<i>Q\$Barber,1,Finish</i>
40	<i>SAVEVALUE</i>	<i>Custnum+,1</i>
50	<i>ASSIGN</i>	<i>Custnum, X\$Custnum</i>
60	<i>QUEUE</i>	<i>Barber</i>
70	<i>SEIZE</i>	<i>Barber</i>
80	<i>DEPART</i>	<i>Barber</i>
90	<i>ADVANCE</i>	6.66,1.7
100	<i>RELEASE</i>	<i>Barber</i>
110	<i>Finish</i>	<i>TERMINATE 1</i>

Условием досрочного покидания транзактом (клиентом) системы (парикмахерской) является:

- а) обслуживание более 6.66 мин
- б) наличие в очереди более 1 человека
- в) наличие в очереди более 2 человек
- г) пребывание в очереди более 1,7 мин

## **Вариант 2**

### **Вопрос 1**

Совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности, называется:

- а) множеством
- б) классом
- в) средой
- г) массой

### **Вопрос 2**

Системы делятся на реальные и абстрактные по:

- а) содержанию
- б) виду отображаемого объекта
- в) виду научного направления, используемого для их моделирования
- г) взаимодействию со средой

### **Вопрос 3**

Системы делятся на открытые и замкнутые по:

- а) содержанию
- б) виду отображаемого объекта
- в) виду научного направления, используемого для их моделирования

г) взаимодействию со средой

Вопрос 4

По форме представления математические модели относятся к:

- а) мысленным
- б) реальным
- в) компьютерным
- г) натурным

Вопрос 5

Пространство, которое состоит из множества точек, образованных всеми наборами значений факторов, называется:

- а) гильбертовым
- б) факторным
- в) фазовым
- г) признаковым

Вопрос 6

Геометрический образ функции реакции называется:

- а) поверхность реакции
- б) площадь реакции
- в) тело реакции
- г) прямая реакции

Вопрос 7

Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов, называется:

- а) дробным факторным
- б) полным факторным
- в) симметричным двухуровневым планом
- г) несимметричным k-уровневым планом

Вопрос 8

План полного факторного эксперимента с 3-мя факторами имеет точек:

- а) 4
- б) 8
- в) 16
- г) 32

Вопрос 9

Если исходы эксперимента не являются равновозможными, то вероятность событий можно определять с помощью:

- а) геометрической модели
- б) классической модели
- в) гипергеометрической модели
- г) статистических испытаний

Вопрос 10

Математическое ожидание случайной величины характеризует:

- а) степень случайности величины
- б) центр распределения величины
- в) степень вариативности величины
- г) наиболее вероятное значение величины

Вопрос 11

Множество значений дискретной случайной величины:

- а) континуально
- б) конечно
- в) счетно
- г) гиперконтинуально

Вопрос 12

Стохастическое моделирование применяется для исследования:

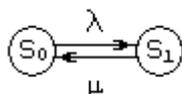
- а) процессов, содержащих некоторый случайный фактор
- б) объекта с помощью компьютерной модели
- в) модели на экране компьютера
- г) конкретной алгебраической задачи с помощью компьютера

Вопрос 13

Поток, для которого характерны ординарность, стационарность, отсутствие последствия, называется:

- а) марковским
- б) простейшим
- в) потоком Пальма
- г) потоком Эрланга

Вопрос 14



Граф системы с двумя состояниями, где  $\lambda$ - интенсивность потока поступления,  $\mu$  - интенсивность потока обслуживания, соответствует:

- а) системе «хищник-жертва»
- б) многоканальной СМО с отказами
- в) одноканальной СМО с отказами
- г) одноканальной СМО с очередью

Вопрос 15

Ниже приведена программная модель парикмахерской

10	<i>Waittime</i>	<i>QTABLE</i>	<i>Barber,0,2,15</i>
20		<i>GENERATE</i>	<i>3.34,1.7</i>
30		<i>TEST LE</i>	<i>Q\$Barber,1,Finish</i>
40		<i>SAVEVALUE</i>	<i>Custnum+,1</i>
50		<i>ASSIGN</i>	<i>Custnum,X\$Custnum</i>
60		<i>QUEUE</i>	<i>Barber</i>
70		<i>SEIZE</i>	<i>Barber</i>
80		<i>DEPART</i>	<i>Barber</i>
90		<i>ADVANCE</i>	<i>6.66,1.7</i>
100		<i>RELEASE</i>	<i>Barber</i>
110	<i>Finish</i>	<i>TERMINATE</i>	<i>1</i>

Среднее время поступления транзактов равно:

- а) 3,34
- б) 1,7
- в) 6,66
- г) 2

### Вариант 3

Вопрос 1

Свойство, которое заключается в несводимости свойств системы к свойствам элементов, из которых она состоит - это:

- а) эмерджентность
- б) целостность
- в) организованность

г) структурность

Вопрос 2

Интегративное свойство, которое заключается в том, что каждый отдельный элемент вносит вклад в целевую функцию системы - это:

- а) эмерджентность
- б) целостность
- в) организованность
- г) структурность

Вопрос 3

Формальная система, представляющая собой конечное собрание символов и совершенно строгих правил оперирования этими символами в совокупности с интерпретацией свойств определенного объекта некоторыми отношениями, символами или константами – это модель:

- а) натурная
- б) физическая
- в) графовая
- г) математическая

Вопрос 4

Модель, в которой процессы функционирования элементов системы описываются в виде некоторых функциональных соотношений или логических условий, называется :

- а) компьютерной
- б) имитационной
- в) аналитической
- г) комбинированной

Вопрос 5

Основу моделирования составляет теория:

- а) относительности
- б) подобия
- в) вероятности
- г) Дарвина

Вопрос 6

Стратегия использования 2-х уровней факторов нацелена на:

- а) простоту интерпретации результатов взаимодействия факторов
- б) снижение числа используемых факторов
- в) увеличение числа проводимых экспериментов по сравнению с большим числом уровней

г) снижение числа проводимых экспериментов при оценке взаимодействия факторов

Вопрос 7

Эффект, при котором средняя величина изменения в отклике, обусловленная переходом  $j$ -го фактора с уровня «-» на уровень «+», в то время как остальные факторы остаются без изменения, называется:

- а) главным
- б) средним
- в) целевым
- г) побочным

Вопрос 8

Основной задачей выполнения вычислительного эксперимента является определение влияния:

- а) реакции и взаимодействие факторов
- б) факторов и их взаимодействий на реакцию системы
- в) факторов на реакцию среды системы
- г) точек эксперимента на реакцию системы

Вопрос 9

Функция распределения дискретной случайной величины:

- а) кусочно-постоянна
- б) кусочно-линейна
- в) непрерывна слева всюду, кроме дискретного множества точек
- г) возрастает всюду в области определения

Вопрос 10

Случайное число событий простейшего потока, произошедших в единицу времени, имеет распределение:

- а) показательное
- б) нормальное
- в) Гаусса
- г) Пуассона

Вопрос 11

Предельное значение функции распределения случайной величины на  $+\infty$  равно:

- а) 1
- б) 0,5
- в) 0

г) 2

Вопрос 12

Свойство хорошего генератора случайных чисел :

- а) невозможность точного воспроизведения заданного потока случайных чисел
- б) невозможность точного воспроизведения заданного потока случайных чисел при сбросе генератора
- в) возможность точного воспроизведения одного из потоков случайных чисел
- г) возможность точного воспроизведения заданного потока случайных чисел

Вопрос 13

В системе «Производство»:

- а) станки – это устройство обслуживания, детали - это заявки (транзакты)
- б) детали – это устройство обслуживания, станки - это заявки (транзакты)
- в) станки – это очередь обслуживания, детали - это заявки (транзакты)
- г) станки и детали - это заявки (транзакты)

Вопрос 14

Поток событий, при котором вероятность попадания событий на некоторый участок временной оси не зависит от того, сколько событий попало на другие участки, называется:

- а) потоком без последействия
- б) стационарным
- в) простейшим
- г) ординарным

Вопрос 15

Ниже приведена программная модель парикмахерской

10	<i>Waittime</i>	<i>QTABLE</i>	<i>Barber,0,2,15</i>
20		<i>GENERATE</i>	<i>3.34,1.7</i>
30		<i>TEST LE</i>	<i>Q\$Barber,1,Finish</i>
40		<i>SAVEVALUE</i>	<i>Custnum+,1</i>
50		<i>ASSIGN</i>	<i>Custnum,X\$Custnum</i>
60		<i>QUEUE</i>	<i>Barber</i>
70		<i>SEIZE</i>	<i>Barber</i>
80		<i>DEPART</i>	<i>Barber</i>
90		<i>ADVANCE</i>	<i>6.66,1.7</i>
100		<i>RELEASE</i>	<i>Barber</i>
110	<i>Finish</i>	<i>TERMINATE</i>	<i>1</i>

Номер строки, в которой происходит освобождение устройства Barber:

- а) 60
- б) 70
- в) 80
- г) 100

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### Лабораторная работа №1. «Планирование вычислительного эксперимента»

#### Задание

1. По заданным исходным данным составьте план эксперимента.
2. Составьте уравнение регрессии, вычислите его в Mathcad.
3. Проверьте значимость коэффициентов по Стьюденту. Отсейте незначимые факторы и их взаимодействия, откорректируйте уравнение регрессии.
4. Оцените адекватность полученной модели эксперимента по Фишеру.

#### Контрольные вопросы

1. Чем полный факторный эксперимент отличается от дробного? Приведите примеры.
2. Чем экзогенные переменные отличаются от эндогенные? Приведите примеры.
3. Как привести факторы к безразмерному виду? Приведите примеры.
4. Составьте план ПФЭ  $2^2$  для исследования влияния температуры в диапазоне от 30 до 42 градусов Цельсия и величины pH в диапазоне от 5 до 7. Как учтены межфакторные взаимодействия?
5. Что такое поверхность реакции и как ее можно аппроксимировать?
6. Как интерпретируются коэффициенты уравнения регрессии полного факторного эксперимента ПФЭ  $2^3$ ?
7. В чем смысл проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии? Поясните процедуру проверки по критерию Стьюдента.
8. Как проверить адекватность полученного уравнения регрессии лабораторным (экспериментальным) данным? Поясните порядок проверки по критерию Фишера.
9. Составьте план ПФЭ  $2^3$  для исследования влияния температуры в диапазоне от 30 до 42 градусов Цельсия, влажности в диапазоне от 20% до 80% и давления от 740 до 760 мм рт.ст. Запишите в общем виде уравнение регрессии для данного эксперимента.
10. Поясните свойства ПФЭ: ортогональность, симметричность, нормированность.
11. Вычислите и оцените значимость коэффициентов регрессии для заданного плана

	$X_1$	$X_2$	$X_1X_2$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1	-	-	+	0.1	0.15	0.17
2	-	+	-	0.35	0.36	0.35
3	+	-	-	0.13	0.13	0.14
4	+	+	+	1.15	1.2	1.7

## Лабораторная работа №2. «Решение задач оптимального распределения ресурсов»

### Задание.

1. Для откорма животных используется три вида комбикорма: А, В и С. Каждому животному в сутки требуется не менее 800 г. жиров, 700 г. белков и 900 г. углеводов. Содержание в 1 кг. каждого вида комбикорма жиров белков и углеводов (граммы) приведено в таблице1:

Табл.1.

Содержание в 1 кг.	Комбикорм		
	А	В	С
Жиры	320	240	300
Белки	170	130	110
Углеводы	380	440	450
Стоимость 1 кг	31	23	20

Сколько килограммов каждого вида комбикорма нужно каждому животному, чтобы полученная смесь имела минимальную стоимость?

2. Петербургская фирма занимается производством кондитерских изделий: различных сортов печенья, бисквитов, кексов и др. Продукция, производимая фирмой, реализуется через сеть розничной торговли, и пользуется достаточно устойчивым спросом на региональном рынке.

Табл 2. Характеристики сырья, стоимости, цены и состава готовых изделий

Виды сырья	Средняя закупочная цена (руб. за кг)	Наличные запасы сырья (кг)	Состав 1 кг Печенья	Состав 1 кг Бисквитов
Мука	7,60	825	0,5	0,3
Масло	44,00	480	0,3	0,06
Яйцо	16,00	720	0,18	0,6
Сахар	9,20	450	0,2	0,3
Стоимость ( руб.)		43050	21,72	17,28
Отпускная цена ( руб. за 1 кг)			32,00	27,00

Производственный план для фирмы должен быть представлен двумя числами, соответствующими объемам выпуска двух видов продукции: Печенья и бисквитов.

3. Предприятие производит 3 вида продукции: А1, А2, А3, используя сырьё двух типов. Известны затраты сырья каждого типа на единицу продукции, запасы сырья на планируемый период, а также прибыль от единицы продукции каждого вида.

Табл.3.

Сырьё	Затраты сырья на единицу продукции			Запас сырья
	A1	A2	A3	
I	3,5	7	4,2	1400
II	4	5	8	2000
Прибыль от ед. прод.	1	3	3	

Сколько изделий каждого вида необходимо произвести, чтобы получить максимум прибыли?

- По данным таблицы 3 определить максимальный интервал изменения запасов каждого вида сырья, в пределах которого структура оптимального плана, т.е. номенклатура выпуска, не изменится.
- По данным таблицы 3 определить количество выпускаемой продукции и прибыль от выпуска при увеличении запаса одного из дефицитных видов сырья до максимально возможной (в пределах данной номенклатуры выпуска) величины.
- По данным табл.3 определить статус каждого вида сырья и его удельную ценность.
- По данным табл.3 определить интервалы изменения прибыли от единицы продукции. Решить задачу модифицированным симплекс-методом.

Для производства двух видов изделий А и Б используется три типа технологического оборудования. На производство единицы изделия А оборудование первого типа используется  $a_1=4$  часов, оборудование второго типа  $a_2=8$  часов, а оборудование третьего типа  $a_3=9$  часов. На производство единицы изделия Б оборудование первого типа используется  $b_1=7$  часов, оборудование второго типа  $b_2=3$  часов, а оборудование третьего типа  $b_3=5$  часов.

На изготовление этих изделий оборудование первого типа может работать не более чем  $t_1=49$  часов, оборудование второго типа не более чем  $t_2=51$  часов, оборудование третьего типа не более чем  $t_3=45$  часов.

Прибыль от реализации единицы готового изделия А составляет АЛЬФА=6 рублей, а изделия Б – БЕТТА=5 рублей. Составить план производства изделий А и Б, обеспечивающий максимальную прибыль от их реализации.

- Необходимо составить самый дешевый рацион питания цыплят, содержащий необходимое количество определенных питательных веществ тиамин Т и ниацин Н. Пищевая ценность рациона (в калориях) должна быть не менее заданной. Смесь для цыплят изготавливается из двух продуктов - К и С. Известно содержание тиамина и

ниаина в этих продуктах, а также питательная ценность К и С (в калориях). Сколько К и С надо взять для одной порции куриного корма, чтобы цыплята получили необходимую им дозу веществ Н и Т и калорий (или больше), а стоимость порции была минимальна? Исходные данные для расчетов приведены в таблице 4.

Табл.4.

	Содержание в 1 унции К, мг	Содержание в 1 унции С, мг	Потребность, мг
Вещ-во Т	0,1	0,25	1
Вещ-во Н	1	0,25	5
Калории	110	120	400
Стоим-ть 1 унции, в центах	3,8	4,2	

9. На лесопилку поступают доски длиной 10 м. По контракту лесопилка должна поставить клиенту не менее 100 досок длиной 5 м, не менее 200 досок длиной 4 м и не менее 300 досок длиной 3 м. Как работникам лесопилки выполнить условия контракта, разрезав наименьшее количество досок?

### Контрольные вопросы

1. Дайте общее описание модели динамического программирования.
2. Что является целью задачи оптимизации?
3. В чем сущность математической модели задачи линейного программирования?
4. Что такое целевая функция?
5. Что такое допустимое решение?
6. Составить целевую функцию задачи.

Для сохранения нормальной жизнедеятельности человек должен в сутки потреблять белков не менее 120 у.е., жиров – не менее 70 и витаминов – не менее 10 у.е. Содержание их в каждой единице продуктов П1 и П2 равно соответственно (0,2; 0,075; 0) и (0,1; 0,1;0,1) у.е. Требуется построить математическую модель задачи, которая позволит организовать питание таким образом, чтобы его стоимость была максимальной, но не превосходила 1500 ден.ед. и организм получил необходимое кол-во питательных веществ. Стоим-ть единицы П1 – 2 ден.ед., П2 – 3 ден.ед.

*Вспомогательная таблица для составления ограничений задачи*

Состав продукта	Содержание питательных веществ в 1 ед. продукции		Необходимое количество питательного вещества в сутки, ед.
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	
Стоимость	2	3	1500
Белки	0,2	0,1	120
Жиры	0,075	0,1	70
Витамины	0	0,1	10

7. Выведите и запишите матричную форму задачи линейного программирования.
8. Сформулируйте и представьте задачу о кормовой смеси.
9. В чем состоит сущность типичной транспортной задачи?
10. В чем сущность графического метода решения ЗЛП?

### **Лабораторная работа №3. «Исследование генераторов случайных чисел. Метод Монте-Карло»**

#### **Задание**

1. Используя критерий Колмогорова-Смирнова оценить генератора случайных чисел (функция СЛЧИС()), встроенного в Excel.
2. Вычислите площадь закрашенной фигуры, ограниченной кривыми, в соответствии с вариантом методом Монте-Карло.

#### **Контрольные вопросы**

1. Проведите исследование генератора случайных чисел MathCad.
2. Как зависит результат тестирования ГСЧ от объема тестовой выборки? Проверьте экспериментально.
3. Зависит ли работы ГСЧ от конкретной ЭВМ? Проверьте экспериментально.
4. Имея генератор равномерно распределенных случайных чисел получите случайные числа, распределенные по нормальному закону. Проверьте соответствие выборочных среднего и СКО теоретическим матожиданию и СКО.
5. Имея генератор равномерно распределенных случайных чисел получите случайные числа, распределенные по экспоненциальному закону. Проверьте соответствие выборочных среднего и СКО теоретическим матожиданию и СКО.
6. Как метод Монте-Карло можно использовать для вычисления определенных интегралов? Приведите примеры.
7. Как метод Монте-Карло можно использовать для вычисления кратных интегралов? Приведите примеры.

8. Как метод Монте-Карло можно использовать для вычисления глобального максимума функции? Приведите примеры.

#### **Лабораторная работа №4. «Основы имитационного моделирования»**

##### **Задание**

1. Выполнить моделирование входа зрителей на стадион, пояснить каждую строчку (объясните смысл в рамках задачи), изобразить блок-схему, сформировать отчет. Постановка задачи: Зрители приходят через турникет на футбольный стадион каждые  $7 \pm 7$  секунд и очередь на входе. Время, затрачиваемое на вход на стадион  $5 \pm 3$  секунды. Требуется определить время, затраченное на прохождение через турникет 300 человек.

```
In_use EQU      5          ;Mean time
Range EQU       3          ;Half range
GENERATE 7,7
QUEUE Turn
SEIZE Turn
DEPART Turn
ADVANCE In_use,Range
RELEASE Turn
TERMINATE 1
```

2. Составьте программную модель, план вычислительного эксперимента для определения значимых факторов на среднюю длину очереди и среднее время ожидания клиентом начала обслуживания, выполните моделирование.

Описание системы: В магазин с одним кассиром приходят клиенты через  $X1 \pm X2$  минут друг за другом. Время обслуживания одного клиента составляет  $X3 \pm X4$  мин. Требуется определить среднюю длину очереди клиентов и среднее время ожидания клиентами начала обслуживания.

##### **Контрольные вопросы**

1. Объясните, почему на разных ЭВМ получаются разные результаты моделирования? Как снизить эту ошибку?
2. Постройте гистограмму распределения времени прохождения турникета. Определите основные статистические характеристики.

3. Используя блок TEST, измените программу из задачи 1 так, чтобы транзакты покидали модель, если в очереди больше 5 транзактов.
4. Используя блок TRANSFER, измените программу из задачи 1 так, чтобы 5% транзактов после освобождения очереди до прохождения турникета были вынуждены вернуться в начало очереди.
5. Используя блок TRANSFER измените программу из задачи 1 так, чтобы половина поступающих транзактов покидала модель выйдя из очереди (моделирование «фейс-контроля»).
6. Используя блок TRANSFER измените программу из задачи 1 так, чтобы половина поступающих транзактов покидала модель до постановки в очередь.
7. Предложите способы сокращения числа экспериментов в задаче 2.

#### **Лабораторная работа №5. «Моделирование одноканальных СМО. Сбор статистики»**

##### **Задание**

1. Решить следующую задачу: В ремонтное подразделение с одним каналом обслуживания поступают вышедшие из строя средства связи, требующие текущего ремонта. Интервалы времени поступления неисправных средств связи распределены равномерно в интервале  $16 \pm 6$  часов. Время ремонта также распределено равномерно в интервале  $16 \pm 4$  часа. Ремонт производится по мере поступления. Необходимо промоделировать функционирование ремонтного подразделения в течение 3 суток, обеспечить сбор статистики об очереди. Шаг модельного времени 1 минута.
2. Решить следующую задачу: В ремонтное подразделение с одним каналом обслуживания могут поступать неисправные средства связи двух типов. Средства связи первого и второго типа ремонтируются одними и теми же мастерами ремонтного отделения. Интервалы времени поступления СС первого типа распределены равномерно  $20 \pm 10$  часов. Распределение интервалов времени поступления СС второго типа  $15 \pm 8$  часов. Поступающие СС ремонтируются в последовательности: первым поступило – первым отремонтировано. На ремонт СС первого типа затрачиваются  $6 \pm 2$  часа, второго типа  $8 \pm 4$  часа. Необходимо промоделировать функционирование ремонтного подразделения в течение 3 суток, обеспечить сбор статистики времени ремонта средств связи первого и второго типа, а также общее время ремонта. Шаг модельного времени 1 минута.

3. На сборочный участок цеха предприятия через интервалы времени, распределенные экспоненциально со средним значением 10 мин., поступают партии, каждая из которых состоит из трех деталей. Половина всех поступающих деталей перед сборкой должна пройти предварительную обработку в течение 7 мин. На сборку подаются обработанная и необработанная детали. Процесс сборки занимает всего 6 мин. Затем изделие поступает на регулировку, длящуюся в среднем 8 мин. (время выполнения ее распределено экспоненциально). В результате сборки возможно появление 4% бракованных изделий, которые не поступают на регулировку, а направляются снова на предварительную обработку. Смоделировать работу участка. Определить возможные места появления очередей и их вероятностно-временные характеристики. Выявить причины возникновения очередей, предложить меры по их уменьшению и смоделировать скорректированную систему.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение следующим понятиям: случайная величина, распределение случайной величины, математическое ожидание и его свойства, дисперсия и ее свойства, равномерно распределение, экспоненциальное распределение, пуассоновское распределение, распределение Пальма, распределение Эрланга (формула, график, моменты), случайный процесс: понятие, ансамбль реализаций, сечение случайного процесса, многомерная плотность и функция распределения случайного процесса. Стационарный случайный процесс, эргодический случайный процесс.
2. Листинг в файле TVREPAIR.GPS. Телевизионная мастерская наняла одного мастера для капитального ремонта сдаваемых в аренду телевизоров, сервисного обслуживания клиентов и выполнения мелкого немедленного ремонта. Необходимость в капитальном ремонте телевизоров, принадлежащих компании, возникает каждые  $40 \pm 8$  часов, ремонт занимает  $10 \pm 1$  час. Мелкий ремонт, например, замена плавкого предохранителя, настройка каналов выполняется немедленно. Необходимость в мелком ремонте возникает каждые  $90 \pm 10$  минут, ремонт занимает  $15 \pm 5$  минут. Телевизоры клиентов, требующих обычного обслуживания, пребывают каждые  $5 \pm 1$  часов, их ремонт занимает  $120 \pm 30$  минут. Обычное обслуживание телевизоров имеет более высокий приоритет, чем капитальный ремонт сдаваемой в аренду техники и техники, находящейся в собственности компании. Необходимо: смоделировать работу

мастерской в течение 50 дней и определить коэффициент использования мастера и задержки при обслуживании заказчиков.

- Листинг в файле QCONTROL.GPS. Деталь производится последовательно тремя процессами, каждый из которых сопровождается короткой двухминутной проверкой. После первого процесса необходимо переделать 20% деталей. После второго и третьего процесса необходимо переделать 15% и 5% деталей соответственно. 60% деталей, которые требуют переработки, отбрасываются, а оставшиеся 40% нуждаются в повторной переработке процессом, после которого они были отвергнуты.

Время производства новых деталей распределено по экспоненциальному закону со средним значением 30 минут. Время выполнения первого процесса дано в таблице.

Вероятность	0,05	0,13	0,16	0,22	0,29	0,15
Время	10	14	21	32	38	45

Второй процесс занимает  $15 \pm 6$  минуты, а время выполнения последнего процесса имеет нормальное распределение со средним значением 24 минуты и стандартным отклонением 4 минуты.

Необходимо смоделировать производство 100 деталей и определить время, затраченное на бракованные детали, и их количество.

- Листинг ORDERPNT.GPS. Некоторая складская система управляется уровнем запросов величиной в 600 единиц, при достижении которого запасы пополняются, и оптимальным размером заказа в 500 единиц. Начальная величина запасов равна 700 единицам. Суточный спрос равномерно распределен в интервале от 40 до 63 единиц. Время выполнения заказа с момента заказа до поставки товаров составляет 1 неделю (5 дней). Необходимо смоделировать работу складской системы за период 100 дней, а также определить распределение склада и текущий дневной оборот.
- По заданному преподавателем эмпирическим данным определить является ли их распределение нормальным.
- По заданному преподавателем эмпирическим данным определить точечные и интервальные оценки математического ожидания и дисперсии.
- Выполните статистический анализ указанного преподавателем параметра в задаче .

### **Лабораторная работа №6. «Моделирование многоканальных СМО»**

#### **Задание**

- На трикотажной фабрике 50 швейных машин работают по 8 часов в день и по 5 дней в неделю. Любая из этих машин может в любой момент времени выйти из строя. В этом случае ее заменяют резервной машиной (либо сразу, либо по мере ее появления).

Вышедшую из строя машину отправляют в ремонтную мастерскую, где ее чинят и возвращают в цех, но уже в качестве резервной.

Управляющий хочет знать: сколько механиков нужно взять для ремонта машин и сколько машин иметь в резерве и какую платить за них арендную плату.

2. Необходимо промоделировать работу участка цеха, состоящего из нескольких станков и обрабатывающего два потока деталей различного типа:

Маршрут обработки:

1 поток – операция 1 – операция 2 – операция 3

2 поток – операция 4 – операция 5 – операция 6

На станке А1 выполняются операции 1 и 4, на станке А2 – 2 и 5, на станке А3 – 3 и 6.

### **Контрольные вопросы**

1. В каком случае следует применять для моделирования многоканальных устройстве двумя и более одноканальными, а когда следует использовать блок STORAGE?
2. Как можно сделать МКУ недоступным в модели GPSS?
3. Как проверить состояние МКУ с помощью блока GATE и TEST?
4. Пусть портовый терминал имеет 7 причалов. Приходящие большегрузные суда требуют для своего обслуживания два причала. Интенсивность прибытия судов  $8 \pm 3$  часа, швартовка, разгрузка и отплытие (освобождение причалов) происходит с интенсивностью  $32 \pm 6$  часов. Необходимо определить сколько судов будут вынуждены стоять на рейде в ожидании разгрузки к концу десятых суток.
5. 10 операторов техподдержки обслуживают пользователей, которые звонят примерно раз в две минуты, Если один оператор занят, трубку берет другой. Клиент ждет свободного оператора. Рабочий день составляет 480 минут. Определить коэффициент загрузки сотрудников службы поддержки.
6. Коммерческая фирма занимается посреднической деятельностью по продаже автомобилей и осуществляет часть переговоров по 3 телефонным линиям. В среднем поступает 75 звонков в час. Среднее время предварительных переговоров справочного характера составляет 2 мин.
7. В мини-маркет поступает поток покупателей с интенсивностью 6 покупателей в 1 мин., которых обслуживают три контролера-кассира с интенсивностью 2 покупателя в 1 мин. длина очереди ограничена 5 покупателями. Промоделировать работу мини-маркета.
8. На плодоовощную базу в среднем через 30 мин. прибывают автомашины с плодоовощной продукцией. Среднее время разгрузки одной машины составляют 1.5 ч.

Разгрузку производят две бригады. На территории базы у дебаркадера могут находиться в очереди в ожидании разгрузки не более 4 автомашин. Промоделировать работу базы.

9. На автомойку в среднем за час приезжают 9 автомобилей, но если в очереди уже находятся 4 автомобиля, вновь подъезжающие клиенты, как правило, не встают в очередь, а проезжают мимо. Среднее время мойки автомобиля составляет 20 мин., а мест для мойки всего два. Средняя стоимость мойки автомобиля составляет 70 руб. Определите среднюю величину потери выручки автомойки в течение дня.
10. В расчетном узле магазина самообслуживания работают 3 кассы. интенсивность входного потока составляет 5 покупателей в минуту. интенсивность обслуживания каждого контролера-кассира составляет 2 покупателя минуту. Промоделировать работу расчетного узла магазина.