Министерство транспорта Российской Федерации (Минтранс России)

Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация)

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный

университет гражданской авиации»

**ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА**

Методические указания по изучению дисциплины

и выполнению контрольных работ

Для студентов заочного факультета

Направление подготовки

23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Профиль подготовки

«Организация перевозок и управление на воздушном транспорте (ОПУВТ)», «Организация перевозок и управление в единой транспортной системе (ОПУЕТС)».

Санкт-Петербург

2014

Одобрено и рекомендовано к изданию

Учебно-методическим советом Университета

Ш 87(03)

 **Прикладная математика:** Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольных работ / Университет ГА, С.-Петербург, 2014.

Издаются в соответствии с рабочей программой дисциплины «Прикладная математика». Содержат основные положения, требования к уровню освоения дисциплины, задания на контрольные работы №1 и №2, вопросы к экзаменам и список литературы.

 Предназначены для студентов заочного факультета направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов», профиля подготовки «Организация перевозок и управление на воздушном транспорте (ОПУВТ)»,«Организация перевозок и управление в единой транспортной системе (ОПУЕТС)».

 Библ. 10 назв.

Составитель Е.В.Скакун, ст. преп.

Рецензент Я.М.Далингер, канд.техн.наук, доцент

© Университет гражданской авиации, 2014

**1. Основные положения, цели и задачи дисциплины**

Дисциплина «Прикладная математика» относится к учебным дисциплинам базовой части профессионального цикла основной образовательной программы направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов», квалификация (степень) – бакалавр. Читается на 2 курсе 3 семестре. Целями освоения дисциплины является формирование личности студентов, обучение применению современного программного обеспечения, применению и исследованию моделей объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа и подготовки решений во всех сферах организации перевозок в транспортной отрасли.

Дисциплина является одной из важнейших теоретических и прикладных дисциплин, определяющих уровень профессиональной подготовки.

Цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы, используя теорию и методы научного познания овладеть основными понятиями и методами разработки и расчета вариантов решения проблемы, расчета экономической эффективности, необходимыми для решения задач в области перевозок; обучить студентов математическим методам принятия решений, необходимым при решении задач оптимизации, математическим методам организации транспортного процесса, в частности - при планировании и управлении процессами перевозок и организации авиаперевозок.

Преподавание дисциплины состоит в том, чтобы на примерах математических понятий и методов продемонстрировать специфику математики и её роль как способ познания мира, общности её понятий и представлений в решении возникающих проблем. При этом студенты обучаются:

 - сбору и анализу исходных данных; подготовке исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;

 - проведению экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов;

 - составлению отчета по выполненному заданию, участию во внедрении результатов исследований и разработок.

 **1.1 Порядок изучения курса.**

Формами проведения занятий по учебной дисциплине являются лекции, практические занятия и консультации. В самостоятельную работу студентов входит освоение теоретического материала и подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ, подготовка к экзамену.

*На лекциях* четко и доступно излагается основное содержимое курса, проводится анализ главных понятий и методов курса. Чтение лекций сопровождается рассмотрением числовых примеров, иллюстрирующих основные положения лекций и раскрывающих прикладную направленность математических методов и моделей.

*На практических занятиях* студенты овладевают основными методами и приемами решения математических и экономических задач, а также закрепляют на практике теоретические положения курса.

При изучении дисциплины большая роль отводится *самостоятельной работе* студентов в соответствии с предусмотренным учебным планом балансом времени. Она предусматривает:

 - дополнительную проработку материала изученного на лекциях, семинарских, практических занятиях

 - самостоятельное изучение части теоретического материала, которое, как правило, не вызывает затруднений и не нуждается в дополнительных комментариях лектора;

 - подготовку к семинарским и практическим занятиям, выполнение контрольных работ.

**1.2 Сроки сдачи заданий.**

Контрольные работы сдаются на проверку преподавателю студентом в начале сессии для получения допуска к сдаче экзамена, который проводится согласно расписанию сессии.

**1.3 Формы контроля знаний.**

В течение семестра студенты выполняют 2 контрольные работы. По данной дисциплине в соответствии с учебным планом, предполагается сдача устного экзамена. Оценивание экзамена проводится из расчета относительного объема правильных ответов.

Консультации проводятся преподавателем за 1 день до экзамена.

**2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

В результате освоения программы студент должен:

**Знать:**

- методы решения задач линейного программирования;

- методы решения оптимизационных задач дискретного типа;

- теорию игр;

- теорию вероятностей и математической статистики;

- модели случайных процессов;

- проверку гипотез;

- методы максимального правдоподобия и наименьших квадратов;

- статистические методы исследования зависимостей;

- планирование эксперимента и обработки экспериментальных данных;

- принципы распознавания образов;

- основные понятия имитационного моделирования;

- системы массового обслуживания.

**Уметь:**

- использовать математические методы и модели в технических приложениях;

- выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности.

**Владеть:**

- методами теории вероятностей;

- математической статистики;

- линейного программирования;

- имитационного моделирования.

**3. Методические указания по выполнению контрольных работ**

 Студент должен выполнить контрольные задания по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой его учебного шифра (номера зачетной книжки или студенческого билета). Например: шифр ОПУВТ – 0914.3546 контрольная работа по варианту **6**.

**Контрольная работа №1.**

# 1. Задача о смесях

**Условие задачи**

Из двух видов сырья необходимо составить смесь, в состав которой должно входить не менее указанных единиц химического вещества B1, B2, B3 соответственно. Цена 1кг сырья каждого вида, а также количество единиц химического вещества, содержащегося в 1кг сырья каждого вида, указаны в таблице. Составить смесь, имеющую минимальную стоимость.

**Задание:**

Построить математическую модель задачи, решить задачу графическим способом; дать экономическую интерпретацию полученных результатов.

Вариант 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц вещества на 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 2 | 1 | 14 |
| B2 | 4 | 0 | 12 |
| B3 | 2 | 2 | 20 |
| Цена/1 кг | 2 | 1 |  |

Вариант 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц вещества на 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 2 | 4 | 20 |
| B2 | 3 | 0 | 24 |
| B3 | 6 | 4 | 36 |
| Цена/1 кг | 3 | 2 |  |

Вариант 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц вещества на 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 6 | 0 | 18 |
| B2 | 2 | 3 | 24 |
| B3 | 4 | 3 | 36 |
| Цена/1 кг | 4 | 3 |  |

Вариант 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц вещества на 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 2 | 1 | 10 |
| B2 | 1 | 2 | 8 |
| B3 | 3 | 0 | 9 |
| Цена/1 кг | 6 | 3 |  |

Вариант 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц вещества на 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 1 | 2 | 10 |
| B2 | 6 | 0 | 12 |
| B3 | 3 | 2 | 18 |
| Цена/1 кг | 3 | 2 |  |

Вариант 6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц вещества на 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 5 | 2 | 30 |
| B2 | 5 | 0 | 10 |
| B3 | 2 | 2 | 18 |
| Цена/1 кг | 20 | 8 |  |

Вариант 7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц веществана 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 2 | 2 | 20 |
| B2 | 0 | 4 | 12 |
| B3 | 1 | 2 | 14 |
| Цена/1 кг | 6 | 12 |  |

Вариант 8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц вещества на 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 0 | 8 | 16 |
| B2 | 4 | 3 | 24 |
| B3 | 2 | 3 | 18 |
| Цена/1 кг | 16 | 24 |  |

Вариант 9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц вещества на 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 0 | 7 | 14 |
| B2 | 2 | 4 | 20 |
| B3 | 3 | 2 | 18 |
| Цена/1 кг | 3 | 6 |  |

Вариант 10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кол-во единиц вещества на 1кг сырья | Минимальная концентрациявещества |
| 1 | 2 |
| B1 | 2 | 5 | 30 |
| B2 | 6 | 0 | 24 |
| B3 | 4 | 2 | 28 |
| Цена/1 кг | 2 | 1 |  |

# 2. Задача об оптимальном распределении производительных ресурсов.

**Условие задачи**

 Есть три вида станков: А1, А2, А3. На этих станках последовательно обрабатываются детали трёх видов: B1, B2, B3. Известно сколько часов каждая деталь изготавливается на каждом станке, сколько может проработать каждый станок и какая прибыль может быть получена при продаже одной детали каждого типа. Данные приведены в таблице. Требуется найти оптимальный план работы станков, т.е. установить, сколько деталей и каких видов надо выпустить, чтобы получить максимальную прибыль.

 **Задание.** Построить математическую модель задачи; привести математическую модель задачи к каноническому виду; найти начальный опорный план задачи; решить симплекс методом; дать экономическую интерпретацию результатов.

Вариант 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| A2 | 0 | 2 | 1 | 4 |
| A3 | 3 | 0 | 2 | 18 |
| Прибыль | 6 | 2 | 12 |  |

Вариант 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 2 | 1 | 3 | 18 |
| A2 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| A3 | 4 | 0 | 3 | 24 |
| Прибыль | 18 | 3 | 27 |  |

Вариант 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| A2 | 1 | 1.5 | 0.5 | 9 |
| A3 | 2 | 1.5 | 0 | 12 |
| Прибыль | 6 | 9 | 1 |  |

Вариант 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 1 | 1 | 0 | 7 |
| A2 | 0 | 1 | 2 | 14 |
| A3 | 0 | 1 | 1 | 10 |
| Прибыль | 2 | 10 | 8 |  |

Вариант 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 6 | 10 | 0 | 60 |
| A2 | 2 | 2 | 2 | 16 |
| A3 | 0 | 4 | 0 | 16 |
| Прибыль | 3 | 3 | 1 |  |

Вариант 6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 2 | 2 | 0 | 16 |
| A2 | 0 | 2 | 1 | 10 |
| A3 | 1 | 2 | 0 | 12 |
| Прибыль | 2 | 6 | 1 |  |

Вариант 7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 4 | 2 | 8 | 40 |
| A2 | 0 | 0 | 2 | 8 |
| A3 | 6 | 0 | 4 | 36 |
| Прибыль | 3 | 1 | 6 |  |

Вариант 8

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 0 | 2 | 3 | 24 |
| A2 | 0 | 5 | 3 | 30 |
| A3 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Прибыль | 2 | 4 | 4 |  |

Вариант 9

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 0 | 2 | 3 | 24 |
| A2 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| A3 | 0 | 4 | 2 | 24 |
| Прибыль | 3 | 15 | 6 |  |

Вариант 10

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Станки | B1 | B2 | B3 | Фонд времени, ч |
| A1 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| A2 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| A3 | 2 | 1 | 0 | 14 |
| Прибыль | 12 | 16 | 4 |  |

# 3. Транспортная задача

**Условие задачи**

 Имеются четыре карьера, добывающих нерудное сырьё, и четыре пункта потребления. Определить объём перевозок готовой продукции i-го карьера j-му потребителю. В таблице приведены запасы сырья каждого карьера, потребность в грузе каждого потребителя, а также стоимость перевозки.

 **Задание:** Найти опорное решение методом северо-западного угла, методом двойного предпочтения, методом наименьших стоимостей. Оптимизировать всё неоптимальные решения методом потенциалов.

Вариант 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 120 |
| 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 140 |
| 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 230 |
| 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 200 |
| Потребность в грузе | 160 | 180 | 200 | 150 |  |

Вариант 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 120 |
| 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 130 |
| 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 220 |
| 4 | 4 | 2 | 1 | 5 | 180 |
| Потребность в грузе | 180 | 200 | 150 | 120 |  |

Вариант 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 3 | 2 | 4 | 6 | 140 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 160 |
| 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 250 |
| 4 | 2 | 1 | 5 | 6 | 220 |
| Потребность в грузе | 200 | 150 | 120 | 300 |  |

Вариант 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 130 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 5 | 150 |
| 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 230 |
| 4 | 1 | 5 | 6 | 4 | 200 |
| Потребность в грузе | 150 | 120 | 280 | 160 |  |

Вариант 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 4 | 6 | 8 | 5 | 130 |
| 2 | 2 | 3 | 5 | 4 | 160 |
| 3 | 1 | 4 | 3 | 2 | 240 |
| 4 | 5 | 6 | 4 | 7 | 210 |
| Потребность в грузе | 120 | 270 | 160 | 190 |  |

Вариант 6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 130 |
| 2 | 3 | 5 | 4 | 6 | 150 |
| 3 | 4 | 3 | 2 | 5 | 230 |
| 4 | 6 | 4 | 7 | 3 | 200 |
| Потребность в грузе | 190 | 150 | 170 | 200 |  |

Вариант 7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 | 7 | 6 | 140 |
| 2 | 5 | 4 | 6 | 5 | 170 |
| 3 | 3 | 2 | 5 | 6 | 230 |
| 4 | 4 | 7 | 3 | 2 | 240 |
| Потребность в грузе | 160 | 180 | 210 | 230 |  |

Вариант 8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 150 |
| 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 220 |
| 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 200 |
| 4 | 5 | 3 | 4 | 2 | 190 |
| Потребность в грузе | 240 | 170 | 200 | 150 |  |

Вариант 9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 140 |
| 2 | 2 | 4 | 3 | 1 | 210 |
| 3 | 4 | 2 | 1 | 5 | 190 |
| 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 160 |
| Потребность в грузе | 190 | 220 | 160 | 130 |  |

Вариант 10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер карьера | Номер потребителя | Запасы сырья |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 150 |
| 2 | 4 | 3 | 1 | 4 | 230 |
| 3 | 2 | 1 | 5 | 6 | 210 |
| 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 180 |
| Потребность в грузе | 200 | 150 | 120 | 300 |  |

**Контрольная работа №2.**

 **Теория вероятностей и математическая статистика.**

**Задание 1**

1. В мастерской 10 станков 2 из них сломались. Наугад включают 4 станка. Найти вероятность того что 3 из них окажутся исправны.
2. В группе 11 юношей и 9 девушек. Для аттестации случайным образом выбирают пятерых. Найти вероятность того что среди выбранных будут двое юношей.
3. В партии из 25 изделий содержится 10 изделий первого сорта остальные – второго сорта. Случайным образом выбирают 3 изделия. Найти вероятность того что из этих изделий 2 изделия первого сорта.
4. В коробке 6 одинаково пронумерованных подряд кубиков. Наугад выбирают 3 кубика. Найти вероятность того что один из них имеет четный номер.
5. В урне 15 шаров, из которых 10 – красные остальные – белые. Наудачу вынимают 3 шара. Найти вероятность того что все извлеченные шары будут красные.
6. В цехе работают 6 мужчин и 4 женщины. Наудачу отобрано 7 человек. Найти вероятность того что среди отобранных лиц окажутся 3 женщины.
7. На складе имеется 15 мониторов, причем 10 из них LG. Найти вероятность того что среди пяти взятых наудачу мониторов 3 окажутся LG.
8. Контрольную работу писали 12 студентов, причем 8 студентов получили оценку отлично. Наудачу отобрали 9 работ. Найти вероятность того что среди них 5 работ выполнены отлично.
9. В лотерее 100 билетов, из которых 10 выигрышных. Куплено 5 билетов. Найти вероятность того что среди них 1 билет будет выигрышным
10. На сборку поступило 15 изделий, причем 2 изделия бракованные. Сборщик наудачу берет 2 изделия. Найти вероятность того что оба изделия бракованные.

**Задание 2**

1. В урне 9 шаров из них 6 шаров красного цвета остальные – белого. По очереди вынимают два шара. Найти вероятность того что первым извлечен красный шар а вторым – белый.
2. В урне 10 шаров из них 6 шаров красного цвета остальные – белого. По очереди вынимают два шара. Найти вероятность того что и первым и вторым извлечены красные шары.
3. В коробке 20 деталей из них 5 – первого сорта остальные – второго. По очереди берут две детали. Найти вероятность того что первый вынута деталь первого сорта, а второй – второго сорта.
4. В группе 11 юношей и 9 девушек. Для аттестации по очереди вызывают двух. Найти вероятность того что первой была вызвана девушка, а вторым – юноша.
5. В урне 7 шаров с номерами от 1 до 7. По очереди вынимают два шара. Найти вероятность того что первым извлечен шар с нечетным номером а вторым – с четным номером.
6. В урне 12 шаров из них 6 шаров красного цвета остальные – белого. По очереди вынимают шары. Найти вероятность того что и первым и вторым извлечен красный шар.
7. В коробке 20 деталей из них 8 – первого сорта остальные – второго. По очереди берут две детали. Найти вероятность того что первой вынута деталь второго сорта а второй – первого сорта.
8. В партии изделий 15 изделий 1 сорта, а 10 – второго. По очереди вынимают два изделия. Найти вероятность того что оба взятые изделия первого сорта.
9. В коробке 25 одинаковых по размеру и форме лампочек, причем 15 из них – 40 вт. В течение дня вынули две. Найти вероятность того что первой была взята лампочка 60 вт а второй – 40 вт.
10. В коробке 16 одинаковых электрических лампочек, 4 из которых были в употреблении. В течение рабочего дня пришлось взять две лампочки. Найти вероятность того что первой была взята новая лампочка а второй – бывшая в употреблении.

**Задание 3**

1. На трех станках различной марки изготовляют однотипные детали. Производитель 1-ого станка составляет 30 деталей за смену, 2-ого и 3-ого станков - по 35 деталей. Установлено, что дефекты изготовленных на первом станке и 2% деталей, изготовленных на втором и третьем станках.

А) В конце смены для контроля наугад взята одна деталь. Какова вероятность того что взятая деталь без дефекта?

Б) Наугад для контроля взяли деталь. Деталь оказалась без дефекта. Найти вероятность того что взятая деталь изготовлена на первом станке.

 2. В первом ящике 20 деталей из них 15 деталей стандартные, во втором ящике 30 деталей из них 24 детали стандартные, в третьем ящике 10 деталей из них 6 деталей стандартные.

А) Какова вероятность того то наудачу извлеченная деталь из наугад взятого ящика стандартна?

Б) Наудачу извлеченная деталь из наугад взятого ящика оказалась стандартной. Найти вероятность того что она взята из третьего ящика?

3. Ремонтно-наладочная бригада обслуживает станки трех типов. В цехе имеется один станок 1-ого типа, два станка 2-ого типа и три станка 3-ого типа. Вероятности обращения к бригаде за время Т для станка каждого типа соответственно равны 0,2; 0,3; 0,4.

А) Какова вероятность того что за время Т наугад выбранный станок потребует наладки?

Б) Поступил вывоз в ремонтно-наладочную бригаду. Найти вероятность того что потребовал наладки третий станок?

4. Готовую продукцию (100 изделий) проверяют два контролера (по 50 изделий каждый). Первый контролер может пропустить бракованное изделие в готовую продукцию с вероятностью 0,1 , а второй – 0,15.

А) Какова вероятность того что взятое наугад изделие бракованное?

Б) Взятое наугад изделие оказалось бракованным. Найти вероятность того что это изделие проверял второй контролер.

5. В каждой группе по 25 студентов. В первой группе сдали 20 студентов, во второй – 24.

А) Какова вероятность того что наудачу выбранный студент сдал зачет?

Б) Наудачу выбранный студент сдал зачет. Найти вероятность того что выбранный студент оказался из первой группы.

6. В первой группе 20 студентов, во второй – 24. Из первой группы контрольную работу сдали 15 студентов, из второй – 20.

А) Какова вероятность того что наудачу выбранный студент сдал контрольную работу?

Б) Наудачу выбранный студент сдал контрольную работу. Найти вероятность того что выбранный студент из второй группы.

7. В первой урне 6 белых и 4 красных шара, во второй – 2 белых и 5 красных.

А) Какова вероятность того, что наугад выбранный шар из наудачу выбранной урны белый?

Б) Наудачу выбранный шар оказался белым. Найти вероятность того что он из первой урны.

8. В трех кассах продают лотерейные билеты. В первой кассе из 100 продаваемых билетов 5 выигрышных, во второй из 100 билетов 7 выигрышных, в третьей – из 110 билетов 8 выигрышных.

А) Какова вероятность того что билет купленный в наугад выбранной кассе будет выигрышным?

Б) Билет, купленный в наугад выбранной кассе оказался выигрышным. Найти вероятность того что этот билет куплен в третьей кассе.

9. Имеется 10 винтовок, из которых 6 пристрелянных. Вероятность попадания из пристреленной винтовки 0,8 ,а из не пристреленного 0,5. Стрелял из наугад взятой винтовки.

А) Найти вероятность того что цель будет поражена

Б) Стреляют из наугад взятой винтовки и поражают в цель. Найти вероятность того, что винтовка не пристреленна.

10. В группе 24 студента, среди которых 4 отличника, 12 хороших, 8 троечников. Вероятность решения задачи студентом каждой из перечисленных категорий соответственно равны:0,9; 0,7; 0,4.

А) Какова вероятность решения случайно выбранных студентов?

Б) Случайно выбрали студента, и он решил задачу. Найти вероятность того что этот студент является троечником.

**Задание 4**

1. В урне 7 белых и 3 черных шара. Последовательно вынимают 3 шара, причем каждый шар возвращается в урну, перед тем как вынуть следующий. Найти вероятность того что все вынутые шары белые.
2. В урне 7 белых и 3 черных шара. Последовательно вынимают 3 шара, причем каждый шар возвращается в урну перед тем как вынуть следующий. Найти вероятность того что два вынутых шара белые
3. В отделе используется 7 телефонных аппаратов. Вероятность выхода из строя каждого из них соответственно равна 0,1. Найти вероятность того что за время Т из строя выйдет не более одного телефонного аппарата.
4. Вероятность изготовления рабочим нестандартной детали равна 0,2. Какова вероятность того что среди наугад взятых шести деталей менее двух деталей будут нестандартными.
5. Вероятность изготовления рабочим стандартной детали равна 0,9. Какова вероятность того что из пяти взятых наугад деталей будет 4 стандартных.
6. В лаборатории 6 приборов. Вероятность того что прибор в течение недели выйдет из строя не зависит от состояния других приборов и равна 0,2. Найти вероятность того что в течение недели потребует настройки два прибора.
7. Вероятность того что расход электроэнергии не превысит установленной нормы на протяжении одних суток равна 0,8. Найти вероятность того что в ближайшие 7 суток расход электроэнергии в течение 5 суток не превысит нормы.
8. Монету бросают 5 раз. Найти вероятность того что герб выпадет все пять раз.
9. Вероятность изготовления рабочим нестандартной детали равна 0,1. Какова вероятность того что среди наугад взятых пяти деталей три детали будут нестандартными.
10. В семье 3 ребенка. Считая вероятность рождения мальчика 0,51. Найти вероятность того что в семье 1 мальчик.

**Задание 5**

1. Случайная величина Х задана рядом распределения :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Pi | 0.5 | 0.3 | 0.15 | 0.03 | 0.02 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение меньше 3.

1. Случайная величина Х задана рядом распределения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pi | 0,4 | 0,25 | 0,2 | 0,12 | 0,03 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение меньше 2,5.

1. Случайная величина Х задана рядом распределения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 |
| Pi | 0,34 | 0,26 | 0,24 | 0,1 | 0,06 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение не менее 3.

1. Случайная величина Х задана рядом распределения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 4,5 | 5,2 | 5,5 | 5,8 | 9 |
| Pi | 0,14 | 0,21 | 0,24 | 0,26 | 0,15 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение не менее 5,8.

1. Случайная величина Х задана рядом распределения :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 45 | 52 | 55 | 58 | 80 |
| Pi | 0,4 | 0,21 | 0,24 | 0,14 | 0,01 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение меньше 80.

1. Случайная величина Х задана рядом распределения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 45 | 52 | 55 | 58 | 65 |
| Pi | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,1 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение не менее 65.

1. Случайная величина Х задана рядом распределения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 55 | 62 | 65 | 68 | 75 |
| Pi | 0,15 | 0,25 | 0,4 | 0,1 | 0,1 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение меньше 68.

1. Случайная величина Х задана рядом распределения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 55 | 62 | 65 | 68 | 75 |
| Pi | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,15 | 0,15 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение меньше 65.

1. Случайная величина Х задана рядом распределения:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 55 | 62 | 65 | 68 | 75 | 85 |
| Pi | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,15 | 0,1 | 0,05 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение не менее 75.

1. Случайная величина Х задана рядом распределения:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Xi | 45 | 62 | 65 | 68 | 85 | 95 |
| Pi | 0,01 | 0,13 | 0,14 | 0,17 | 0,2 | 0,35 |

Вычислить математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх. построить график функции распределения F(x). Найти вероятность того что случайная величина X примет значение меньше 62.

**Задание 6**

1. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [-2; 4]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [-2 ; 4], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [0 , 2].
2. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [-6 ; 3]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [-6 ; 3], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [0 , 3].
3. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [0;6]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [0 ;6], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [0 , 4].
4. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [3 ; 8]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [3 ;8], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [3 , 4].
5. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [-7 ;5]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [-7 ; 5], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [0 , 5].
6. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [-4; 5]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [-4 ; 5], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [-1 ; 5].
7. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [4 ; 10]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [4; 10], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [2 ; 5].
8. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [2; 10]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [2 ; 10], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [2 ; 5].
9. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [-12 ; 0]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [-12 ; 0], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [-4 , 0].
10. Случайная величина Х равномерно распадается на участке [-5 ; 5]. Построить график плотности вероятности случайной величины Х, определить значение плотности вероятности случайной величины на участке [-5 ; 5], найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины Х, вероятность попадания в интервал [0 , 5].

**Задание 7**

1. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{\sqrt{2π}}e^{- \frac{(x-3) ^{2}}{2}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [0;6].
2. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{\sqrt{2π}}e^{- \frac{ (x-3) ^{2}}{2}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [-3;0].
3. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{4\sqrt{2π}}e^{- \frac{(x-8) ^{3}}{32}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [4;9].
4. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{1,2\sqrt{2π}}e^{- \frac{(x+4) ^{2}}{2,88}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [-2;-6].
5. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{1,5\sqrt{2π}}e^{- \frac{(x-2,5) ^{2}}{4,5}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [0;6].
6. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{1,5\sqrt{2π}}e^{- \frac{(x+4,5) ^{2}}{4,5}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [0 ; 4,5]
7. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{1,5\sqrt{2π}}e^{- \frac{(x+5) ^{2}}{4,5}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [-5;0].
8. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{2\sqrt{2π}}e^{- \frac{(x-5) ^{2}}{8}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [2,5 ;7,5].
9. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{\sqrt{2π}}e^{- \frac{(x+1,2) ^{2}}{2}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [-1,2 ; 2,4].
10. Случайная величина Х, распределенная по нормальному закону, задана плотностью вероятности $f\left(x\right)=\frac{1^{ }}{1,2\sqrt{2π}}e^{- \frac{(x+2) ^{2}}{2,88}}$. Найти математическое ожидание случайной величины mx , дисперсиюDx, среднее квадратическое отклонение σх, вероятность попадания случайной величины в интервал [-4;0].

**Задание 8**

 По выборке извлеченной из нормальной генеральной совокупности построить ряд распределения найти точечные оценки математического ожидания, дисперсии, стандартного отклонения, несмещенную оценку дисперсии. Найти доверительные интервалы для оценок математического ожидания и дисперсии, соответствующие доверительной вероятности β=0,95.

№1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 22 | 23 | 25 |
| 26 | 26 | 31 |
| 32 | 34 | 25 |
| 25 | 26 | 28 |
| 31 | 25 | 26 |
| 28 | 31 | 26 |
| 28 | 26 | 26 |

№2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 32 | 33 | 35 |
| 36 | 38 | 41 |
| 42 | 42 | 36 |
| 38 | 36 | 44 |
| 41 | 35 | 36 |
| 38 | 41 | 36 |
| 38 | 36 | 36 |

№3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 35 | 36 | 38 |
| 39 | 41 | 44 |
| 41 | 46 | 39 |
| 41 | 39 | 47 |
| 44 | 38 | 39 |
| 41 | 44 | 39 |
| 41 | 39 | 39 |

№4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 25 | 26 | 28 |
| 29 | 31 | 34 |
| 36 | 26 | 29 |
| 34 | 29 | 37 |
| 34 | 28 | 31 |
| 31 | 34 | 29 |
| 31 | 29 | 31 |

№5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 15 | 16 | 18 |
| 19 | 21 | 24 |
| 26 | 16 | 19 |
| 21 | 19 | 27 |
| 24 | 18 | 21 |
| 21 | 24 | 19 |
| 21 | 19 | 21 |

№6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 49 | 50 | 52 |
| 53 | 55 | 59 |
| 60 | 50 | 53 |
| 55 | 53 | 52 |
| 55 | 52 | 55 |
| 55 | 59 | 53 |
| 55 | 53 | 55 |

№7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 16 | 19 | 22 |
| 24 | 25 | 27 |
| 29 | 22 | 24 |
| 25 | 24 | 25 |
| 26 | 22 | 29 |
| 25 | 20 | 24 |
| 27 | 22 | 24 |

№8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 31 | 33 | 34 |
| 34 | 36 | 39 |
| 33 | 33 | 27 |
| 26 | 30 | 31 |
| 31 | 33 | 36 |
| 33 | 33 | 34 |
| 30 | 33 | 33 |

№9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 32 | 34 | 37 |
| 39 | 43 | 44 |
| 43 | 46 | 39 |
| 43 | 39 | 44 |
| 43 | 39 | 39 |
| 43 | 39 | 39 |
| 43 | 39 | 39 |

№10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 19 | 20 | 22 |
| 22 | 20 | 22 |
| 26 | 28 | 19 |
| 24 | 19 | 24 |
| 24 | 25 | 30 |
| 22 | 24 | 24 |
| 24 | 25 | 26 |

**4. Экзаменационные вопросы.**

1. Задача оптимального производственного планирования и ее математическая модель.
2. Общая задача математического программирования.
3. Различные формулировки задачи линейного программирования, функция цели, допустимые и оптимальные решения. Основная задача линейного программирования, ее векторная и матричная формы записи.
4. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования и симплексного метода. Графическое решение задачи линейного программирования с двумя переменными.
5. Симплексный метод линейного программирования: задача линейного программирования в предпочитаемой форме, выражение функции цели через свободные неизвестные, вычисление относительных оценочных коэффициентов и значения целевой функции, соответствующих данному базисному допустимому решению.
6. Симплексный метод линейного программирования: исследование данного базисного допустимого решения на оптимальность, условие оптимальности в случае минимизируемой и максимизируемой функции цели.
7. Симплексный метод линейного программирования: условие неограниченности целевой функции на множестве допустимых решений.
8. Симплексный метод линейного программирования: переход от одного базисного допустимого решения к другому, правила выбора разрешающей неизвестной и разрешающего уравнения, их обоснование. Монотонность и конечность симплексного алгоритма для невырожденной задачи линейного программирования.
9. Применение искусственных базисных неизвестных к решению основной задачи линейного программирования. Условие противоречивости системы условий исходной задачи.
10. Двойственные (расчетные) оценки ресурсов. Симметричная пара двойственных задач линейного программирования.
11. Несимметричная пара двойственных задач линейного программирования, правила составления двойственной задачи для данной задачи линейного программирования со смешанными ограничениями.
12. Основное неравенство теории двойственности линейного программирования. Малая теорема двойственности и ее экономическое содержание.
13. Теорема о достаточном условии оптимальности решений пары двойственных задач линейного программирования.
14. Первая основная теорема двойственности и ее экономическое истолкование.
15. Вторая основная теорема двойственности (о дополняющей нежесткости) и ее экономическое истолкование.
16. Транспортная задача по критерию стоимости: постановка и математическая модель, свойства закрытой модели. Преобразование открытой модели в закрытую.
17. Методы построения первого базисного решения транспортной задачи.
18. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
19. Матричная игра как модель конфликтной ситуации. Матрица игры. Верхняя и нижняя цена игры, седловая точка. Чистые и смешанные стратегии игроков.
20. Ряд распределения выигрышей в матричной игре. Средний ожидаемый выигрыш и риск. Оптимальные стратегии игроков и цена игры. Представление математического ожидания выигрыша первого игрока и дисперсии в игре с двумя стратегиями первого игрока.
21. Матричная игра как модель конкуренции и сотрудничества. Графическое решение игр с двумя стратегиями одного из игроков. Доминирование чистых стратегий.
22. Теорема о преобразовании матрицы игры, сохраняющем оптимальные стратегии игроков.
23. Основная теорема теории игр, выражение оптимальных стратегий игроков через решения пары двойственных задач линейного программирования.
24. Основные понятия теории вероятностей: случайные события, элементарные исходы испытания, предмет теории вероятностей, массовые, однородные случайные события. Примеры.
25. Определения вероятности: классическое, статическое и геометрическое. Примеры.
26. «Сумма» событий. Совместные и несовместные случайные события. Теорема о сложении вероятностей несовместных событий. Полная группа событий, противоположные события их вероятности. Примеры.
27. «Произведение» событий. Условные вероятности. Теорема об умножении вероятностей случайных событий. Примеры.
28. Независимые события. Теорема о произведении вероятностей независимых событий. Примеры.
29. Вероятность появления хотя бы одного события. Примеры.
30. Теорема о сложении вероятностей совместных случайных событий. Примеры.
31. Формула полной вероятности и ее применение к решению задач. Примеры.
32. Вероятности гипотез. Формулы Байеса. Примеры.
33. Повторные испытания. Формула Бернулли. Примеры.
34. Локальная теорема Лапласа. Интегральная теорема Лапласа – Муавра. Примеры.
35. Вероятность отклонения относительной частоты от постоянного значения вероятности в независимых испытаниях. Примеры.
36. Случайные величины. Дискретная и непрерывная случайная величина. Закон распределения вероятностей дискретной случайной величины. Примеры.
37. Функция распределения вероятностей случайной величины и ее свойства, плотность распределения вероятностей для непрерывной случайной величины и ее свойства. Вычисление вероятности принятия случайной величиной значения из отрезка (a, b).
38. Основные дискретные распределения: гипергеометрическое, биноминальное, распределение Пуассона, геометрическое, их функция распределения и применение при решении задач. Примеры.
39. Основные непрерывные распределения их плотности распределения вероятностей, функция распределения и вычисление вероятности принятия значений из интервала (a, b).
40. Числовые характеристики случайных величин. Математическое ожидание дискретной случайной величины и ее вероятностный смысл. Свойства математического ожидания. Примеры.
41. Числовые характеристики случайных величин. Дисперсия дискретной случайной величины и ее свойства. Формула вычисления дисперсии. Примеры.
42. Числовые характеристики случайных величин. Среднее квадратическое отклонение дискретной случайной величины и его свойства. Примеры.
43. Числовые характеристики биноминального распределения. Примеры.
44. Числовые характеристики распределения Пуассона. Примеры.
45. Числовые характеристики геометрического распределения. Примеры.
46. Числовые характеристики равномерного распределения. Примеры.
47. Числовые характеристики нормального распределения. Кривая Гаусса, влияние параметров на форму кривой. Примеры.
48. Числовые характеристики экспотенциального распределения. Примеры.
49. Моменты k-го порядка случайной величины: начальные и центральные моменты, связь между ними. Примеры.
50. Характеристическая функция случайной величины как производящая функция моментов. Семиинварианты и их производящая функция. Примеры.
51. Математическая статистика. Задачи математической статистики. Генеральная и выборочная совокупности. Способы отбора статистических данных. Примеры.
52. Вариационный ряд, эмпирический закон распределения, полигон частот и относительных частот. Гистограмма. Примеры.
53. Эмпирическая функция распределения и ее свойства. Примеры.
54. Статистические оценки. Несмещенные, эффективные и состоятельные оценки. Примеры.
55. Выборочная средняя как статистическая оценка генеральной средней. Выборочная дисперсия как смещенная статистическая оценка дисперсии генеральной совокупности. Исправленная дисперсия и исправленное среднее квадратическое отклонение. Примеры.
56. Интервальные оценки. Точность и надежность оценок. Интервальная оценка математического ожидания нормально распределенной случайной величины при известном среднем квадратическом отклонении. Примеры.
57. Интервальные оценки. Интервальная оценка математического ожидания нормально распределенной случайной величины при неизвестном среднем квадратическом отклонении. Примеры.
58. Интервальные оценки. Интервальная оценка среднего квадратического отклонения. Примеры.
59. Интервальные оценки неизвестной вероятности случайной величины, распределенной по биноминальному закону. Примеры.
60. Статистическая гипотеза. Основная и альтернативная гипотезы. Простая и сложная гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Примеры.
61. Критерий статистических гипотез. Односторонний и двухсторонний критерий. Область принятия гипотезы и критическая область. Примеры.
62. Критерий согласия Пирсона для проверки гипотезы о нормальном распределении. Примеры.

**Литература**

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. Лань, 2011. 352 с. ISBN 978-5-8114-0916-7.

2. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. - М., Советское радио, 1964. - 390 с.

3. Вентцель Е.С. Исследование операций. - М.: Советское радио, 1972 г. - 552 с.

4. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология.— 2-е изд., стер — М.І Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.—208 с— (Пробл. науки и техн. прогресса).— ISBN 5-02-013900-9.

5. Грешилов А.А. Прикладные задачи математического программирования: Учебное пособие. - 2-е изд. - М.: Логос, 2006. - 288 с: ил.

6. Костюкова О.И. Исследование операций: Учеб. пособие для студ. спец. 31 03 04 «Информатика» всех форм обучения / О.И. Костюкова. Мн.: БГУИР, 2003. - 94 с: ил.

7. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика - М., Высш.шк., 2003.- 479 с.

8. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. - М., Высш.шк., 2004.- 404 с.

9. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969. - 576 с.

10. Вентцель Е. С. Задачи и упражнения по теории вероятностей: Учеб. пособие для студ. втузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. — 5-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 448 с.