

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
Сибирский колледж транспорта и строительства

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ЕН.03 ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

Программы подготовки специалистов среднего звена по специальности

09.02.06 Сетевое и системное администрирование

*Базовая подготовка
среднего профессионального образования*

Иркутск 2023

Фонд оценочных средств разработан в соответствии с ФГОС СПО по специальности 09.02.06 Сетевое и системное администрирование, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 09.12.2016 года № 1548, на основе рабочей программы дисциплины ЕН.03 Теория вероятностей и математическая статистика.

РАССМОТРЕНО:
ЦМК математики, физики
Председатель ЦМК:
Новикова Т.П.
«29» мая 2023г.

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по УВР:
Ресельс А.П.
«01» июня 2023г

Разработчик: Г.Г. Убоженко, преподаватель высшей категории, Сибирский колледж транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Паспорт фонда оценочных средств	4
1.1	Общие положения	4
1.2	Результаты освоения дисциплины, подлежащие контролю	4
1.3	Система контроля и оценки освоения программы дисциплины	8
2.	Фонд оценочных средств для оценки уровня освоения умений и знаний по дисциплине	12
2.1	Материалы для текущего контроля	12
2.2	Материалы для промежуточной аттестации	31
3.	Литература	34

1. Паспорт фонда оценочных средств

1.1 Общие положения

Фонд оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения дисциплины ЕН.03 Теория вероятностей и математическая статистика программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 09.02.06 Сетевое и системное администрирование.

ФОС включает оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета ФОС позволяет оценивать уровень освоения знаний и умений, компетенций по дисциплине.

1.2 Результаты освоения дисциплины, подлежащие контролю

Результаты обучения (освоенные умения, знания, практический опыт)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Уметь:	
- Применять стандартные методы и модели к решению вероятностных и статистических задач;	Выполнение оценочных заданий Практические работы
- пользоваться расчетными формулами, таблицами, графиками при решении статистических задач;	Выполнение оценочных заданий Практические работы
- применять современные пакеты прикладных программ многомерного статистического анализа;	Выполнение оценочных заданий Практические работы
Знать:	
элементы комбинаторики;	Устный фронтальный опрос Выполнение оценочных заданий
понятие случайного события, классическое определение вероятности, вычисление вероятностей событий с использованием элементов комбинаторики, геометрическую вероятность;	Устный фронтальный опрос Выполнение оценочных заданий Дифференцированный зачет Тесты по темам
алгебру событий, теоремы умножения и сложения вероятностей, формулу полной вероятности, формулу (теорему) Байеса	Устный фронтальный опрос Выполнение оценочных заданий Дифференцированный зачет Тесты по темам
схему и формулу Бернулли, приближенные формулы в схеме Бернулли;	Устный фронтальный опрос Выполнение оценочных заданий Дифференцированный зачет Тесты по темам
понятия случайной величины, дискретной	Устный фронтальный опрос

случайной величины, ее распределение и характеристики, непрерывной случайной величины, ее распределение и характеристики	Выполнение оценочных заданий Дифференцированный зачет Тесты по темам
законы распределения непрерывных случайных величин;	Устный фронтальный опрос Выполнение оценочных заданий Дифференцированный зачет
центральную предельную теорему, выборочный метод математической статистики, характеристики выборки;	Устный фронтальный опрос Выполнение оценочных заданий Дифференцированный зачет
понятие вероятности и частоты.	Устный фронтальный опрос Выполнение оценочных заданий Дифференцированный зачет

Результаты обучения (освоенные ОК и ПК)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения (с применением активных и интерактивных методов)
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	Демонстрация умений выбирать способы решения профессиональных задач.	Устный фронтальный опрос Практические работы.
ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.	Демонстрация умений осуществлять поиск необходимой информации, анализировать информацию.	Выполнение конспектов, оценочные работы
ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.	Определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования	Выполнение оценочного задания
ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	Взаимодействие с обучающимися и преподавателями в ходе обучения	Наблюдение Практические работы
ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на	Четко и грамотно формулировать и высказывать свои мысли в	Наблюдение Фронтальный опрос Экзамен

государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.	устной и письменной форме.	
ОК 9. Использовать информационные технологии профессиональной деятельности.	Демонстрация умений применять различные информационные технологии профессиональной деятельности	Наблюдение Выполнение конспектов
ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.	Демонстрация умений пользоваться различной документацией	Практические работы, Оценочные задания

Программа воспитания в рабочей программе профессионального модуля отражается через содержание направлений воспитательной работы, разбитых на следующие воспитательные модули:

Модули программы воспитания	Содержание модуля программы воспитания
Модуль 1 «Профессионально-личностное воспитание»	<p><i>Цель модуля:</i> создание условий для удовлетворения потребностей обучающихся в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии в сфере трудовых и социально-экономических отношений посредством профессионального самоопределения.</p> <p><i>Задачи модуля:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – развитие общественной активности обучающихся, воспитание в них сознательного отношения к труду и народному достоянию; – формирование у обучающихся потребности трудиться, добросовестно, ответственно и творчески относиться к разным видам трудовой деятельности. – формирование профессиональных компетенций; – формирование осознания профессиональной идентичности (осознание своей принадлежности к определённой профессии и профессиональному сообществу); – формирование чувства социально-профессиональной ответственности, усвоение профессионально-этических норм; – осознанный выбор будущего профессионального развития и возможностей реализации собственных жизненных планов; – формирование отношения к профессиональной деятельности как возможности участия в решении

	личных, общественных, государственных, общенациональных проблем.
Модуль 4 «Культурно-творческое воспитание»	<p><i>Цель модуля:</i> создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся уважения к старшему поколению.</p> <p><i>Задачи модуля:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – воспитание здоровой, счастливой, свободной личности, формирование способности ставить цели и строить жизненные планы; – реализация обучающимися практик саморазвития и самовоспитания в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества; – формирование позитивных жизненных ориентиров и планов; – формирование у обучающихся готовности и способности к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности; – формирование выраженной в поведении нравственной позиции, в том числе способности к сознательному выбору добра, нравственного сознания и поведения на основе усвоения общечеловеческих ценностей и нравственных чувств (чести, долга, справедливости, милосердия и дружелюбия); – развитие культуры межнационального общения; – формирование уважительного отношения к родителям и старшему поколению в целом, готовности понять их позицию, принять их заботу, готовности договариваться с родителями и членами семьи в решении вопросов ведения домашнего хозяйства, распределения семейных обязанностей; – воспитание ответственного отношения к созданию и сохранению семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни; – формирование толерантного сознания и поведения в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения.
Модуль 5 «Экологическое воспитание»	<p><i>Цель модуля:</i> формирование у обучающихся чувства бережного отношения к живой природе и окружающей среде, культурному наследию и традициям многонационального народа России.</p> <p><i>Задачи модуля:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – развитие у обучающихся экологической культуры, бережного отношения к родной земле, природным

	<p>богатствам России и мира, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды;</p> <ul style="list-style-type: none"> – воспитание чувства ответственности за состояние природных ресурсов, формирование умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности; – воспитание эстетического отношения к миру, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, общественных отношений; – формирование мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, а также на признании различных форм общественного сознания, предполагающего осознание своего места в поликультурном мире; – формирование чувства любви к Родине на основе изучения культурного наследия и традиций многонационального народа России.
--	---

1. 3 Система контроля и оценки освоения программы дисциплины

Основными формами проведения текущего контроля знаний на занятиях являются: устный опрос, решение ситуационных задач, тестирование, выполнение практических работ, оценочных индивидуальных работ.

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (тема /компетенции)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
1.1	Текущий контроль	Тема «Элементы комбинаторики»	ОК 1- ОК5 ОК 9 ОК10 Устный фронтальный контроль. Выполнение оценочных заданий.
2.1	Текущий контроль	Тема «Вероятность случайного события»	ОК 1- ОК5 ОК 9 ОК10 Устный фронтальный контроль.
2.2	Текущий контроль	Тема «Вычисление вероятности случайного события»	ОК 1- ОК5 ОК 9 ОК10 Устный фронтальный контроль. Выполнение оценочных индивидуальных заданий.
2.3	Текущий контроль	Тема «Алгебра событий»	ОК 1- ОК5 Устный фронтальный контроль.

			OK 9 OK10	
2.4	Текущий контроль	Тема «Вычисление вероятностей сложных событий»	OK 1-OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль. Выполнение оценочного индивидуального задания.
2.5	Текущий контроль	Тема «Формула полной вероятности и формула Байеса»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль.
2.6	Текущий контроль	Тема «Применение формулы полной вероятности и формулы Байеса»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль. Выполнение оценочного индивидуального задания
2.7	Текущий контроль	Тема «Повторение испытаний»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль.
2.8	Текущий контроль	Тема «Вычисление вероятности событий в схеме Бернулли»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль. Выполнение оценочного индивидуального задания
3.1	Текущий контроль	Тема «Дискретная случайная величина»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль
3.2	Текущий контроль	Тема «Числовые характеристики дискретной случайной величины»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль.
3.3	Текущий контроль	Тема «Понятие биномиального и геометрического распределения ДСВ и их характеристики»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль. .

3.4	Текущий контроль	Тема «Построение закона распределения дискретной случайной величины. Вычисление основных числовых характеристик»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль. Выполнение оценочного индивидуального задания
4.1	Текущий контроль	Тема «Непрерывная случайная величина»	OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль.
4.2	Текущий контроль	Тема «Числовые характеристики непрерывной случайной величины»	OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль.
4.3	Текущий контроль	Тема «Построение функции плотности и интегральной функции распределения непрерывной случайной величины. Вычисление числовых характеристик НСВ»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль. Выполнение оценочного индивидуального задания.
5.1	Текущий контроль	Тема «Выборочный метод математической статистики»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль.
5.3	Текущий контроль	Тема. «Полигон и гистограмма»	OK 1 OK5 OK 9 OK10	Устный фронтальный контроль. Выполнение оценочного индивидуального задания
5.4	Промежуточная аттестация	Разделы дисциплины ЕН. ОЗ Теория вероятностей и математическая статистика.	OK1-OK5 OK 9,10	Дифференцированный зачет

2 Фонд оценочных средств для оценки уровня освоения умений и знаний по дисциплине

2.1 Материалы для текущего контроля

Тема 1.1 «Элементы комбинаторики»

1. Какой раздел математики называют комбинаторикой?
2. Каковы основные понятия комбинаторики?
3. Что такое n -факториал?
4. Что называют перестановкой из n элементов?
5. Что называют размещениями? сочетаниями из n элементов по m ?

Тема 2. 1 «Вероятность случайного события».

Устный фронтальный контроль

1. Что называют множеством элементарных событий?
2. Какое событие называют достоверным? невозможным? случайным?
3. Что такое вероятность события?
4. В чем состоит классическое определение вероятности события A ?
5. Чему равна вероятность достоверного? невозможного? случайного события?

Тема 2. 2 «Вычисление вероятности случайного события»

Устный фронтальный контроль

Пользуясь конспектом лекции и рекомендуемой литературой ответить на вопросы:

1. Что является необходимым условием случайного события
2. Как связаны вероятность и частота?
3. Чем отличаются несовместные случайные события и противоположные события? Что в них общего?
4. Дайте классическое определение вероятности
5. Если вероятность события равна единице, то является ли событие A достоверным?

Оценочное задание

Задача № 1. Слово ВЫЧИСЛИТЕЛЬ составлено из карточек, на каждой из которых написана одна буква. Затем карточки смешивают и вынимают без возврата по одной. Найти вероятность того, что буквы вынимаются в порядке заданного слова.

Задача № 2. В группе 5 отличников и 9 хорошистов. На конференцию из них наудачу выбирают 4 человека. Чему равна вероятность того, что: 1) будут выбраны только отличники; 2) выбраны только хорошисты?

Оценочное индивидуальное задание

индивидуальное задание №1 по теме «Вероятность случайного события»

Задача № 1. Слово составлено из карточек, на каждой из которых написана одна буква. Затем карточки смешивают и вынимают без возврата по одной. Найти вероятность того, что буквы вынимаются в порядке заданного слова.

Слова по вариантам:

1 ПРОГРАММА	9 ПРОЦЕДУРА	17 СЕРДЕЧНИК
2 ПРОГРАММИСТ	10 ПРИСВАИВАНИЕ	18 ПОЛУПРОВОДНИК
3 ПРОГРАММИРОВАНИЕ	11 УСЛОВИЕ	19 ТРАНЗИСТОР
4 СТАТИСТИК	12 ПРОЦЕССОР	20 ИНТЕГРАЛ
5 СТАТИСТИКА	13 ПАМЯТЬ	21 КАЛЬКУЛЯТОР
6 СОБЫТИЕ	14 УСТРОЙСТВО	22 ВЫЧИСЛИТЕЛЬ
7 СЛУЧАЙНОСТЬ	15 ПЕРФОЛЕНТА	23 ОПЕРАЦИЯ
8 ВЕРОЯТНОСТЬ	16 ПЕРФОКАРТА	24 АРИФМЕТИКА
		25 КОРРЕСПОНДЕНТ

Задача № 2 В группе N отличников и M хорошистов. На конференцию из них наудачу выбирают K человек. Чему равна вероятность того, что:

- 1) будут выбраны только отличники; 2) выбраны только хорошисты?

Значения параметров по вариантам.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	2	3	4	5	3	2	5	4	2	3	6	4
M	7	8	9	9	7	10	4	8	11	3	7	10
K	3	4	4	3	4	4	3	5	3	3	5	4

Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
N	2	3	4	5	3	2	5	4	2	3	6	4	5
M	11	10	6	5	6	11	8	5	7	4	6	9	9
K	3	2	2	3	4	2	5	3	5	4	3	6	5

Тема 2.3 «Алгебра событий»

Устный фронтальный контроль

Пользуясь конспектом лекции и рекомендуемой литературой ответить на вопросы:

- Чему равна вероятность суммы двух несовместных событий?
- Чему равна сумма вероятностей противоположных событий?
- Сформулируйте теорему о вероятности суммы совместных событий.

4. При каком условии вероятность суммы двух случайных событий равна сумме вероятностей этих событий?
5. Чему равна вероятность произведения двух независимых событий?
6. Сформулируйте теорему о вероятности произведения независимых событий.
7. При каком условии вероятность произведения двух случайных событий равна произведению вероятностей этих событий?

Тема 2.4 «Вычисление вероятностей сложных событий»

Оценочное задание

Задача № 1.

В урне содержится 6 черных и 8 белых шаров. Случайным образом вынимают 5 шаров. Найти вероятность того, что среди них имеется:

- а) 3 белых шаров б) меньше, чем 3 белых шаров в) хотя бы один белый шар.

Задача № 2.

Устройство состоит из трех независимых элементов, работающих в течение времени Т безотказно соответственно с вероятностями $p_1=0,869$ $p_2=0,769$ и $p_3=0,719$. Найти вероятность того, что за время Т выйдет из строя: а) только один элемент б) хотя бы один элемент.

Оценочное индивидуальное задание

индивидуальное задание №2 по теме «Вероятность сложного события»

Задача № 1. В урне К черных и Н белых шаров. Случайным образом вынимают М шаров.. Найти вероятность того, что среди них имеется: а) Р белых шара; б) меньше чем Р белых шара; в) хотя бы один белый шар.

Значения параметров К, Н, М и Р по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K	5	6	6	7	4	8	6	4	5	7	8	6
H	6	5	5	4	5	6	7	7	6	4	6	5
M	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4
P	3	2	3	2	2	3	4	2	3	2	3	3

Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
K	5	6	5	6	6	8	6	5	6	5	6	5	5
H	7	5	7	7	8	5	6	7	7	7	7	8	7
M	4	5	5	5	5	5	4	4	6	5	5	5	5
P	3	2	4	3	4	4	3	3	2	3	3	3	4

Задача № 2. Устройство состоит из трех независимых элементов, работающих в течение времени Т безотказно соответственно с вероятностями p_1 , p_2 и p_3 . Найти вероятность того, что за время Т выйдет из строя: а) только один элемент; б) хотя бы один элемент.

Значения параметров вычислить по следующим формулам:

$$k = |14,9 - V| : 100, \text{ где } V - \text{номер варианта}$$

$$p_1 = 1 - k, p_2 = 0.9 - k, p_3 = 0.85 - k$$

Тема 2.5 «Формула полной вероятности и формула Байеса».

Устный фронтальный контроль

1. Может ли вероятность произведения двух событий быть равной произведению вероятностей этих событий?
2. Если сумма вероятностей событий равна 1, можно утверждать, что они образуют полную группу?
3. Можно ли утверждать, что сумма вероятностей событий, образующих полную группу, равна единице?
4. Образуют ли два противоположных события полную группу событий?
5. Пусть U и V – соответственно достоверное и невозможное события. Чему равна вероятность суммы этих событий?
6. Пусть U и V – соответственно достоверное и невозможное события. Чему равна вероятность произведения этих событий?
7. При каком условии применяют формулу полной вероятности?

Тема 2.6 «Применение формулы полной вероятности и формулы Байеса».

Оценочное индивидуальное задание

индивидуальное задание №3 по теме «Применение формулы полной вероятности и формул Байеса».

Задача № 1. В монтажном цехе к устройству присоединяется электродвигатель. Электродвигатели поставляются тремя заводами. На складе имеются электродвигатели этих заводов соответственно в количестве M_1 , M_2 и M_3 штук, которые могут безотказно работать до конца гарантийного срока с вероятностями соответственно p_1 , p_2 и p_3 . Рабочий берет случайно один электродвигатель и монтирует его к устройству.

Найти вероятности того, что смонтированный и работающий безотказно до конца гарантийного срока электродвигатель поставлен соответственно первым, вторым или третьим заводом-изготовителем.

Значения параметров вычислить по следующим формулам:

$$k = |14 - V|,$$
$$p_1 = 0.99 - k / 100, p_2 = 0.9 - k / 100, p_3 = 0.85 - k / 100,$$
$$M_1 = 5 + k, M_2 = 20 - k, M_3 = 25 - k.$$

Задача № 2. В одной урне K белых и L черных шаров, а в другой – M белых и N черных шаров. Из первой урны случайно вынимают P шаров и кладут во вторую урну. После этого из второй урны также случайно вынимают R шаров. Найти вероятность того, что все шары, вынутые из второй урны, белые.

Значения параметров K , L , M , N , P и R по вариантам

Вар-т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	6	6
L	5	4	3	2	3	4	5	6	7	8	8	7
M	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	3

N	7	6	5	4	3	5	4	6	7	8	9	3
P	2	3	2	3	3	4	2	3	2	3	3	4
R	3	3	4	4	2	3	4	3	4	3	4	3

Вар-т	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
K	6	3	3	3	3	3	3	3	7	7	7	7	7
L	2	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6
M	3	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2
N	8	8	7	6	5	4	3	2	8	6	5	4	3
P	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2
R	4	4	3	3	4	5	2	3	3	2	2	4	2

Тема 2.7 «Повторение испытаний»

Устный фронтальный контроль

Пользуясь конспектом лекции и рекомендуемой литературой ответить на вопросы:

1. Какими должны быть испытания, чтобы можно было применить формулу Я. Бернулли?
2. Перечислите фундаментальные условия схемы независимых испытаний.
3. Объясните значение всех символов в формуле Я. Бернулли.
4. Запишите формулу вычисления вероятности события в схеме независимых испытаний, если: а) событие произошло ровно k раз; б) событие произошло от k до m раз; в) менее 2-х раз; г) не более 2-х раз.
5. При каких условиях можно применять закон Пуассона?
6. Записать формулу Пуассона и объяснить значение символов в этой формуле.
7. Чему равен параметр λ в этой формуле?
8. При каких условиях можно применять формулу Лапласа?
9. Записать формулу Лапласа и объяснить значение символов в этой формуле.
10. Как находить значения функции для отрицательного аргумента в локальной формуле Лапласа?
11. Как находить значения функции для аргумента больше или равного 4-м в локальной формуле Лапласа?

Тема 2.8 «Вычисление вероятности событий в схеме Бернулли»

Оценочное индивидуальное задание

индивидуальное задание №4 по теме «Повторение испытаний».

Задача № 1. Вероятность приёма радиосигнала при каждой передаче равна p . Найти вероятность того, что при передаче сигнала L раз, он будет принят: 1) M раз; 2) не менее M раз; 3) не более одного раза.

Значения параметров по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

p	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.7
L	6	12	11	12	11	9	6	10	8	11	10	10
M	4	5	4	4	5	4	3	4	5	4	3	6

Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
p	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.6	0.7
L	8	8	7	10	9	10	9	7	10	9	8	12	7
M	6	4	5	6	4	5	3	4	4	5	3	4	5

Задача № 2. В каждом из n независимых испытаний событие A происходит с постоянной вероятностью p. Найти вероятность того, что событие A происходит: а) точно M раз б) хотя бы один раз.

Значения параметров n, p и M вычислить по следующим формулам:

$$n = 700 + V \quad p = 0.35 + V / 200 \quad M = 270 + V$$

Задача № 3. На телефонной станции неправильное соединение происходит с вероятностью p. Найти вероятность того, что среди n соединений имеет место:
а) точно G неправильных соединений;
б) меньше чем L неправильных соединений.

Значения параметров p, n, G и L вычислить по следующим формулам:

$$D = V \cdot 100 + 200, \quad p = \frac{1}{D}, \quad n = S \cdot D$$

$$S = \text{Остаток } (V/7) + 1 \quad \text{если } V < 7, \text{ то остаток равен } V$$

$$G = \text{Остаток } (V/5) + 1 \quad \text{если } V < 5, \text{ то остаток равен } V$$

$$L = \text{Остаток } (V/3) + 2 \quad \text{если } V < 3, \text{ то остаток равен } V$$

Вычисление параметров

$$V = \dots, \quad D = \dots \cdot 100 + 200 = \dots$$

$$p = 1 / \dots = \dots,$$

Найдем S :

$$V/7 = \dots / 7 = \dots \text{ - остаток от деления,}$$

$$S = \dots + 1 = \dots$$

Найдем n:

$$n = \dots \cdot \dots = \dots,$$

Найдем G:

$$V/5 = \dots / 5 = \dots \text{ - остаток от деления, } G = \dots + 1 = \dots$$

Найдем L :

$$V/3 = \dots / 3 = \dots \text{ - остаток от деления, } L = \dots + 2 = \dots$$

Тема3.1 «Дискретная случайная величина»

Устный фронтальный контроль

1. Какая величина называется случайной?
2. Какая случайная величина называется дискретной? Приведите примеры дискретной случайной величины.

3. Какая случайная величина называется непрерывной? Приведите примеры непрерывной случайной величины. /
4. Что называется законом распределения дискретной случайной величины?
5. Объясните что такое "многоугольник распределения вероятностей". Как его построить?
6. Перечислить комплекс условий биномиального закона, закона Пуассона, геометрического закона, гипергеометрического закона распределения ДСВ.

Тема 3.2 «Числовые характеристики дискретной случайной величины»

Устный фронтальный контроль

1. Перечислить числовые характеристики ДСВ.
2. Что называется математическим ожиданием ДСВ? Является ли математическое ожидание случайной величиной или нет?
3. Можно ли по результатам наблюдений за случайной величиной: а) составить закон ее распределения; б) найти ее математическое ожидание?
4. Что называется дисперсией ДСВ? Является ли дисперсия случайной величиной или нет? Может ли дисперсия случайной величины быть: а) меньше нуля; б) равной нулю?

Тема 3.3 «Понятие биномиального и геометрического распределения ДСВ и их характеристики»

Устный фронтальный контроль

Пользуясь конспектом лекции и рекомендуемой литературой ответить на вопросы:

1. Что называют случайной величиной?
2. Какую случайную величину называют дискретной?
3. Что называют законом распределения дискретной случайной величины?
4. Что называют рядом распределения дискретной случайной величины?
5. Какой вид имеет геометрическое распределение дискретной случайной величины?
6. Какой вид имеет гипергеометрическое распределение дискретной случайной величины?

Тема 3.4 «Построение закона распределения дискретной случайной величины.

Вычисление основных числовых характеристик»

Оценочное индивидуальное задание

индивидуальное задание №5 по теме «Дискретная случайная величина».

Задание № 1- № 2.

Вариант № 1

1. На отделении в среднем 12% студентов получают неудовлетворительные оценки при сдаче экзаменов по статистике.
а) Составить ряд распределения числа студентов, сдавших экзамен из 4х отобранных; б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X, заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. На торговой базе для продажи приготовлена партия из 14 моторов. 8 из них стоимостью по 100 условных денежных единиц каждый.

Автотранспортному предприятию города необходимо приобрести 5 моторов. Составить ряд распределения числа моторов по 100 у.е. из 5-ти моторов необходимых для покупки.

Вариант № 2

1 . В случае нормальной настройки автоматического станка только 1% выпускаемых деталей являются дефектными.

а) Составить ряд распределения числа дефектных деталей среди 4x отобранных.

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. В течение дня в аптеке 9 человек купили новое средство от головной боли. Трое из них приобрели его после того, как увидели его рекламу по телевидению. Составить ряд распределения числа покупателей лекарства, видевших рекламу из 5-ти случайно опрошенных.

Вариант № 3

1. Установлено, что вероятность дорожно-транспортного происшествия в час-пик равна 0,7.

а) Составить ряд распределения происшествий в час-пик из 5-ти отобранных;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Из семи отсутствующих на занятии по статистике на консультацию пришло 4 человека.

Случайным образом из списка отсутствующих отобрано 3 человека. Составить ряд распределения числа студентов, посетивших консультацию из 3x отобранных.

Вариант № 4

1. На абонементное обслуживание поставлено 5 телевизоров. Вероятность безотказной работы телевизора в течение года равна 0,8.

а) Составить ряд распределения числа отказов в работе в год для 5-ти отобранных телевизоров;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Подводная лодка атакует корабль, выпуская последовательно и независимо одну за другой 5 торпед, до первого попадания. Каждая торпеда попадает в корабль с вероятностью 0.8. Составить закон распределения числа выстрелов по кораблю.

Вариант № 5

1. Вероятность того, что посетитель прибудет в банк, равна 0,4.

а) Составить ряд распределения числа клиентов, посетивших банк из 4x отобранных;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Для участия в судебном процессе из 20 потенциальных кандидатов, среди которых 8 женщин и 12 мужчин, выбирают 6 присяжных заседателей. Составить ряд распределения числа женщин, отобранных в группу.

Вариант № 6

1. Фирма может получить строительный контракт с вероятностью 0.65. Представитель фирмы случайным образом обращается к 3-м потенциальным заказчикам.

а) Составить ряд распределения числа отказов в 3-х попытках получить заказ на строительный контракт;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Вероятность взять высоту при прыжке, которая является нормой для мастера спорта, равна 0.7. Спортсмен повторяет попытку пока не добьется успеха, но число попыток ограничено и равно 5. Составить ряд распределения числа попыток взять высоту.

Вариант № 7

1. Вероятность того, что телефонный звонок поступит в справочное бюро в послеобеденное время, равна 0.3.

а) Составить ряд распределения числа звонков, поступивших в справочное бюро в послеобеденное время из 5-ти отобранных;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Первенство по футболу оспаривает 14 команд, среди которых 4 лидирующих. Путем жеребьевки команды разбиваются на 2 группы по 7 команд в каждой. Составить ряд распределения числа лидирующих команд в первой группе.

Вариант № 8

1. Приблизительно 11% бутылок бракуются на линии из-за серьезных трещин в стекле. На проверку случайным образом отобрано 4 бутылки.

а) Составить ряд распределения числа бутылок, имеющих серьезные дефекты из числа отобранных;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Три стрелка стреляют по одной и той же цели. Вероятности попадания для первого, второго и третьего стрелков соответственно равны 0.7, 0.8 и 0.9. Составить ряд распределения числа попаданий, если каждый стрелок сделает по одному выстрелу.

Вариант № 9

1. В налоговую инспекцию поступила информация, что в фирме А 20% списочного состава – «мертвые души». Проверяющий инспектор отобрал случайным образом 4 наряда на выполненные работы и ищет работников, на которых они были выписаны.

а) Составить ряд распределения числа фиктивных нарядов среди 4х отобранных;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. В партии из 12 пар обуви имеется 7 пар мужской и 5 пар женской обуви. Наудачу отбирают 5 пар обуви. Составить, закон распределения числа пар мужской обуви среди 5 отобранных.

Вариант № 10

1. Экзаменационный тест состоит из вопросов, каждый из которых имеет 5 возможных ответов и только один из них верный. Студент, который сдает экзамен, не знает ответов на вопросы.

а) Составить ряд распределения числа правильных ответов на 6 вопросов, заданных студенту;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Производятся 3 выстрела с вероятностями попадания в цель соответственно 0.4, 0.3, 0.6.

Составить закон распределения числа попаданий при 3х выстрелах.

Вариант № 11

1. Продавец ювелирного магазина заметил, что три человека из 100 посетителей отдела приобретают украшения.

а) Составить ряд распределения продаж украшений для 4x случайно отобранных покупателей;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. На заводе работает три автоматические линии. Вероятность того, что в течение рабочей смены первая линия не потребует регулировки, равна 0.9, вторая - 0.8, третья - 0.75. Составить ряд распределения числа линий, которые в течение рабочей смены не потребуют регулировки.

Вариант № 12

1. Вероятность того, что больница города примет больного для экстренной помощи равна 0,8. В городе три дежурные больницы. Оператор скорой помощи выясняет, в какую больницу отправить пациента.

а) Составить ряд распределения числа отказов в приеме больного дежурной больницей;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого вдвое больше производительности второго. С общего конвейера из 18 деталей на проверку отобрано 3 штуки. Составить ряд распределения числа деталей, выпущенных первым автоматом среди 3x отобранных.

Вариант № 13

1. В течение времени t эксплуатируются 4 прибора. Каждый из приборов имеет надежность 0.9 и выходит из строя независимо от других.

а) Составить ряд распределения числа вышедших из строя приборов;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;
в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. В партии из 12 лампочек имеются 3 дефектные. Наудачу отобрано 5 лампочек. Составить ряд распределения числа годных лампочек среди 5 отобранных.

Вариант № 14

1. Нефтеразведывательная компания получила финансирование для проведения трех нефтеразведок. Вероятность успешной нефтеразведки 0.05. Предположим, что нефтеразведку осуществляют независимые друг от друга разведывательные партии.

а) Составить ряд распределения числа успешных нефтеразведок;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Под руководством бригадира производственного участка работают 6 мужчин и 4 женщины. Бригадиру необходимо выбрать 4-х рабочих для специальной работы. Не желая оказывать кому-либо предпочтения, он решил выбрать 4-х рабочих случайно. Составьте ряд распределения числа женщин в выборке.

Вариант № 15

1. Хорошим считается руководитель, принимающий не менее 70% правильных решений. Такому управляющему банком предстоит принять решения по 3-м важным вопросам банковской политики.

а) Считая вероятность принятия правильного решения постоянной, составить ряд распределения числа правильных решений управляющего

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. В городе 10 машиностроительных предприятий, из которых 6 - рентабельных и 4 - убыточных. Программой приватизации намечено приватизировать 5 предприятий. При условии проведения приватизации в случайном порядке составьте ряд распределения рентабельных предприятий, попавших в число приватизированных.

Вариант № 16

1. Телевизионный канал рекламирует новый вид детского питания. Вероятность того, что телезритель увидит эту рекламу, оценивается в 0,2. В случайном порядке выбрано 4 телезрителя.

а) Составить ряд распределения числа лиц, видевших рекламу;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. В магазине имеется 15 автомобилей определённой марки. Среди них 7- черного цвета, 6 - серого и 2 - белого. Представители фирмы обратились в магазин с предложением о продаже им 3-х автомобилей этой марки, безразлично какого цвета. Составьте ряд распределения числа проданных автомобилей черного цвета при условии, что автомобили отбирались случайно.

Вариант № 17

1. В ходе аудиторской проверки строительной компании, аудитор случайным образом отбирает 4 счета. Известно, что 3 % счетов содержат ошибки.
 - а) Составить ряд распределения правильных счетов;
 - б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;
 - в) построить многоугольник распределения.
2. В денежной лотерее выпущено 30 билетов. Разыгрывается один выигрыш по 50 рублей и пять выигрышей по 3 рубля. Составить закон распределения стоимости возможного выигрыша на один лотерейный билет.

Вариант № 18

1. Записи страховой компании показали, что 30 % держателей страховых полисов старше 50 лет потребовали возмещения страховых сумм. Для проверки в случайному порядке было отобрано 4 человека старше 50 лет, имеющих полисы.
 - а) Составить ряд распределения числа предъявленных претензий;
 - б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;
 - в) построить многоугольник распределения.
- 2) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Из 25 монет 7- юбилейных. Случайным образом выбирают 4 монеты. Составить закон распределения числа юбилейных монет из 4х выбранных.

Вариант № 19

1. На предприятии 4 единицы оборудования определённого вида. Вероятность отказа единицы оборудования в течение часа составляет 0,01. Составьте ряд распределения числа отказов оборудования в течение часа.
 - а) Составить ряд распределения числа отказов оборудования в течение часа;
 - б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;
 - в) построить многоугольник распределения.
 - г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.
2. Из 18-ти дорожно-транспортных происшествий пять происходит по вине пешехода. Составить закон распределения числа ДТП по вине пешехода из 4х отобранных случайнным образом.

Вариант № 20

1. Торговый агент в среднем контактирует с 5-ю потенциальными покупателями в день. Из опыта ему известно, что вероятность того, что потенциальный покупатель совершил покупку, равна 0,1.
 - а) Составить ряд распределения ежедневного числа продаж для агента;
 - б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;
 - в) построить многоугольник распределения.
- г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. В рукописи 15 страниц, из них 4 страницы содержат ошибки. На проверку берут 3 страницы. Составить закон распределения числа страниц с ошибками из 3-х отобранных.

Вариант № 21

1. Устройство состоит из 4-х независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента в одном опыте равна 0,21.

- а) Составить ряд распределения числа отказавших элементов в одном опыте;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. В партии 12 деталей, среди них 9 стандартных. Наудачу отобраны 3 детали. Составить закон распределения числа стандартных деталей среди отобранных.

Вариант № 22

1. Производится 3 выстрела по мишени. Вероятность попадания при каждом выстреле постоянна и равна 0,77 .

а) Составить ряд распределения числа попаданий;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. В партии из 16-ти деталей имеется 12 стандартных. Наудачу отобраны 4 детали. Составить закон распределения дискретной случайной величины X - числа стандартных деталей среди отобранных.

Вариант № 23

1. В городе 4 коммерческих банка. У каждого риск банкротства в течение следующего года составляет 14

а) Составить ряд распределения числа банков, которые могут обанкротиться в течение следующего года;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. В лотерее на 100 билетов разыгрываются две вещи, стоимость которых 210 и 60 у. е. Составьте ряд распределения суммы выигрыша для лица, имеющего один билет.

Вариант № 24

1. а) Составить закон распределения вероятностей для случайного числа страниц с опечатками, если в статье 4 страницы, а вероятность того, что на странице могут оказаться опечатки, равна 0,13.

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Среди 10 изделий 4 окрашены. Наудачу извлечены 5 изделий. Составить закон распределения числа окрашенных изделий среди отобранных.

Вариант № 25

1. Вероятность того, что необходимая студенту книга по данному предмету находится в читальном зале библиотеки, равна 0,33.

а) Составить ряд распределения числа книг, которые студент может найти в читальном зале, из 4-х произвольно отобранных из списка литературы по предмету;

б) найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной этим законом распределения;

в) построить многоугольник распределения.

г) найти функцию распределения $F(x)$ данной ДСВ и построить ее график.

2. Имеется 10 винтовок, из них 7 с оптическим прицелом. Наудачу выбирают 3 винтовки из них. Составить закон распределения случайной величины X - числа отобранных винтовок с оптическим прицелом.

Тема 4.1 «Непрерывная случайная величина»

Устный фронтальный контроль

Пользуясь конспектом лекции и рекомендуемой литературой ответить на вопросы:

1. Какая случайная величина называется непрерывной?
2. Дайте определение функции распределения вероятностей. Дайте геометрическую интерпретацию функции распределения. Перечислите свойства функции распределения.
3. Дайте определение дифференциальной функции распределения. Перечислите свойства дифференциальной функции распределения.
4. Что такое кривая распределения?
5. Геометрический смысл вероятности попадания значения случайной величины в заданный интервал.

Тема 4.2 «Числовые характеристики непрерывной случайной величины»

Устный фронтальный контроль

Пользуясь конспектом лекции и рекомендуемой литературой ответить на вопросы:

1. Какая случайная величина называется непрерывной?
2. Дайте определение математического ожидания случайной величины. В чем заключается смысл математического ожидания?
3. Дайте определение дисперсии случайной величины. В чем заключается смысл дисперсии?

Тема 4.3. «Построение функции плотности и интегральной функции распределения непрерывной случайной величины. Вычисление числовых характеристик НСВ»

Оценочное индивидуальное задание

Д. з.: индивидуальное задание №6 по теме « Непрерывная случайная величина».

Задача № 1

Случайная величина X задана функцией распределения:

$$F(x) = \begin{cases} 0; & \text{при } x \leq 0 \\ \frac{x}{M}; & \text{при } 0 < x \leq M \\ 1; & \text{при } x > M \end{cases}$$

Найти функцию плотности вероятности $f(x)$ случайной величины X.

Построить график $f(x)$ и $F(x)$. Найти вероятность того, что в результате испытаний случайная величина X примет значения: а) равное L б) не более L в) в интервале от L до

N. Решить задачу двумя способами: используя $f(x)$ и $F(x)$. Изобразить указанные вероятности на графиках $f(x)$ и $F(x)$.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M	4	6	5	7	5	6	4	6	7	5	7	6
L	1	2	3	3	1	2	1	1	2	1	3	1
N	2	3	4	4	2	4	3	2	3	3	5	3

№	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
M	5	6	7	6	7	5	7	7	6	7	4	7	6
L	2	3	1	3	1	2	1	4	1	2	2	1	3
N	3	4	5	5	6	4	3	6	4	4	3	2	5

Задача № 2

Случайная величина X задана функцией плотности вероятности:

$$f(x) = \begin{cases} 0; & \text{при } x \leq 0 \\ \frac{x}{k}; & \text{при } 0 < x \leq R \\ 0; & \text{при } x > R \end{cases}$$

Найти функцию распределения F(x) случайной величины X.

Построить графики $f(x)$ и $F(x)$.

Вычислить $P(1 \leq X \leq 2)$ для $V \leq 15$; $P(3 \leq X \leq 5)$ для $V > 15$

Изобразить на графиках $f(x)$ и $F(x)$ найденную вероятность. Отметить на графике $F(x)$ то значение случайной величины X, при котором она имеет наибольшую вероятность.

Значение параметров K и R вычислить по следующим формулам:

$$K = 2 + V, \quad R = \sqrt{2K}, \quad \text{где } V \text{ номер варианта.}$$

Задача № 3

Случайная величина X задана функцией плотности вероятности

$$f(x) = \begin{cases} 0; & \text{при } x \leq 0 \\ \frac{x}{k}; & \text{при } 0 < x \leq R \\ 0; & \text{при } x > R \end{cases}$$

Вычислить для X ее среднее значение EX, дисперсию DX, моду Mo и медиану Me.

Построить график функции $f(x)$ и отметить на нем числовые характеристики случайной величины X.

Значения параметров K и R вычислять по следующим формулам:

$$K = V + 1 = \dots, \text{ где } V \text{ номер варианта.}$$

$$R = \sqrt{2K} = \dots$$

Тема 5.1 «Выборочный метод математической статистики»

Устный фронтальный контроль

Пользуясь конспектом лекции и рекомендуемой литературой ответить на вопросы:

1. Что изучает математическая статистика?
2. Каковы способы представления данных в математической статистике?
3. Что такое генеральная совокупность?
4. Что такое выборочная совокупность?
5. Каковы объемы генеральной и выборочной совокупности?
6. Что такое вариационный и интервальные ряды распределения?
7. Что такое статистическое распределение?
8. Что такое полигон и гистограмма?
9. Каковы основные характеристики вариационного ряда

Тема 5.3 «Полигон и гистограмма»

Оценочное индивидуальное задание

индивидуальное задание №7 по теме «Выборочный метод математической статистики». Даны выборка (протокол наблюдений), где N – объем выборки.

Начало первого интервала: 0. Длина интервала: 1

По выборке

1. составить вариационный ряд
2. вычислить относительные частоты (частости) и накопленные частоты
3. построить графики вариационного ряда (полигон и гистограмму)
4. вычислить числовые характеристики вариационного ряда:
 - 1) среднее арифметическое \bar{x}
 - 2) дисперсию S^2
 - 3) стандартное отклонение S
 - 4) моду Mo; медиану Me.

Выборка A1 $N = 69$

0	4	2	0	5	1	1	3	0	2		2	4	3	2	3	3	0	4	5	1
3	1	5	2	0	2	2	3	2	2		2	6	2	1	3	1	3	1	5	4
5	5	3	2	2	0	2	1	1	3		2	3	5	3	5	2	5	2	1	1
2	3	4	3	2	3	2	4	2												

Выборка A2 $N = 66$

3	7	4	6	1	4	2	4	6	5	3	2	9	0	5	6	7	7	3	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5	5	4	2	6	2	1	5	3	3	1	5	6	4	4	3	4	1	5	5
3	4	3	7	4	5	6	7	5	2	4	6	6	7	7	3	5	4	4	3
5	5	7	6	6	1														

Выборка А3 $N = 82$

1	3	3	2	0	2	4	3	2	1	2	2	2	2	3	3	1	1	1	3
2	1	0	1	2	1	4	4	2	3	3	5	5	2	1	2	3	2	3	1
1	0	1	0	4	1	1	0	2	2	4	2	1	4	3	0	2	0	2	0
3	1																		

Выборка А4 $N = 70$

3	3	1	0	0	3	3	5	3	0	0	4	1	5	1	6	5	4	7	4
5	3	3	0	2	3	1	4	1	2	4	3	4	5	4	0	5	6	6	3
5	4	1	3	3	6	3	1	1	5	2	3	5	3	3	4	1	5	6	1
3	3	3	5	6	1	2	1	3	4										

Выборка А5 $N = 81$

0	2	5	1	0	8	6	0	6	0	3	5	0	1	8	7	6	0	7	7
3	3	6	5	4	5	6	4	4	5	5	5	6	4	7	7	7	5	6	
2	3	3	5	5	4	4	6	5	5	4	6	4	5	6	7	1	1	2	2
3	6	6	4	4	4	5	5	6	2	2	2	1	3	4	4	2	3	6	4

Выборка А6 $N = 73$

4	1	0	7	6	3	7	8	7	4	7	8	7	3	9	3	1	5	10	10
6	5	7	6	3	8	4	3	8	4	6	8	7	8	7	7	7	4	11	10
6	7	4	4	0	5	4	4	8	5	5	7	3	8	5	6	6	6	10	10
3	5	7	8	5	7	9	8	2	3	6	9	11							

Выборка А7 $N = 64$

2	2	1	3	4	2	1	1	3	3	4	3	2	4	2	1	4	3	1	4
0	4	2	3	4	3	7	1	3	3	3	4	3	2	1	2	3	3	1	5
3	0	2	1	2	3	0	0	3	6	2	4	3	4	2	4	1	2	0	3
1	0	0	2																

Выборка А8 $N = 80$

8	4	4	7	5	5	3	2	3	6	7	6	6	7	7	6	10	10	10	
7	6	8	7	7	9	1	3	4	7	4	4	5	4	9	6	5	10	10	11
9	5	6	5	6	4	7	2	5	7	6	7	3	8	8	7	4	11	10	10

7	5	7	6	6	5	6	6	6	5	8	1	9	1	4	5	6	8	4	8
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Выборка A9 $N = 79$

2	1	2	3	1	1	0	2	2	4	3	3	0	3	0	3	2	3	1	2
2	3	0	2	3	0	2	3	3	4	4	1	4	0	0	1	2	4	4	3
0	0	0	2	2	3	2	1	0	0	0	3	1	0	1	2	1	2	2	4
3	2	0	0	1	0	3	0	0	3	1	3	4	2	3	3	2	0	4	

Выборка A10 $N = 88$

3	5	6	8	4	5	4	7	2	7	7	3	7	4	4	5	4	4	5	2
4	8	8	4	6	5	9	4	0	4	4	4	9	3	3	2	1	5	2	5
5	3	4	4	7	9	1	1	4	5	2	5	7	6	1	2	5	6	3	1
2	6	7	3	3	2	5	4	8	2	6	5	9	5	5	2	8	3	6	4
6	6	8	7	3	3	7	3												

Выборка A11 $N = 86$

4	5	6	1	1	6	2	2	8	4	5	5	4	2	3	4	7	5	4	7
3	3	4	4	3	8	4	3	5	5	2	1	4	3	5	1	4	3	3	3
1	0	2	2	1	7	5	2	6	2	1	1	8	4	5	4	1	4	5	4
4	2	3	4	3	3	9	2	6	2	3	2	7	1	4	7	3	5	7	2
5	5	4	4	6	1														

Выборка A12 $N = 80$

11	10	11	6	7	8	7	3	7	3	3	7	9	5	4	7	2	7	8	5
10	11	11	7	4	5	5	5	6	4	5	8	9	8	5	6	7	9	5	7
10	11	10	9	3	8	9	7	6	6	9	8	6	4	6	7	8	7	5	7
10	10	11	8	4	6	8	3	6	6	7	7	6	3	8	5	8	5	5	9

Выборка A13 $N = 71$

0	2	2	3	1	2	3	1	2	0	3	1	2	4	1	2	3	3	3	3
0	0	1	5	5	5	6	4	4	5	5	6	6	1	2	1	3	2	1	0
0	2	3	1	0	3	1	1	1	2	1	1	0	0	1	1	3	0	2	3
2	1	1	0	4	2	2	1	1	2	0									

Выборка A14 $N = 71$

6	6	5	6	11	8	7	4	4	8	3	2	3	9	7	6	9	5	8	10
7	8	6	9	10	3	9	5	7	6	8	9	9	3	8	4	8	4	7	10
4	6	9	2	10	8	7	7	7	8	4	3	6	2	3	8	6	9	6	11
6	8	2	3	10	8	8	7	6	9	4									

Выборка A15 $N = 64$

2	0	1	2	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0	1	2	0	4	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	0	4	1	1	0	2	1	0	0	2	1	1	1	1	0	1	1	0	3	2	
1	2	1	0	1	2	1	2	3	0	2	4	0	0	0	3	0	2	0	2	1	1

Выборка А16 $N = 73$

5	4	4	4	5	0	3	7	2	2	3	0	5	6	3	4	6	1	2	5	
3	2	3	6	6	2	3	1	7	2	3	2	2	5	2	0	2	2	6	1	
3	6	7	7	2	0	4	6	1	1	6	7	1	3	4	6	6	3	2	1	
7	2	5	4	2	3	4	5	6	6	5	3	2								

Выборка А17 $N = 95$

4	8	4	1	7	7	5	8	9	6	7	1	6	5	8	4	7	4	8	4	
6	5	7	4	8	7	4	3	2	8	7	5	0	4	7	6	3	5	7	2	
6	6	5	8	1	3	8	6	6	8	8	9	6	8	7	5	8	5	3	9	
5	7	7	8	3	7	9	6	5	4	4	4	7	7	4	7	5	9	5	9	
3	4	4	8	5	1	9	6	1	7	6	8	6	7	9						

Выборка А18 $N = 73$

5	3	3	3	5	4	5	3	3	4	2	1	5	2	4	0	2	2	3	2	
1	3	3	1	2	4	6	6	4	1	2	4	3	1	5	2	4	6	3	8	
4	5	1	1	2	0	2	3	3	2	4	2	1	2	3	1	2	4	3	0	
6	3	1	4	3	7	1	1	0	2	3	1	1								

Выборка А19 $N = 80$

2	2	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	4	1	0	0	
3	3	4	4	5	4	5	4	6	6	4	3	4	4	5	5	6	6	6	4	
0	1	0	0	2	3	5	3	3	1	3	2	2	5	6	5	4	4	6	2	
0	0	0	2	1	1	1	1	3	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	

Выборка А20 $N = 89$

7	8	4	0	4	6	5	4	3	2	4	8	6	2	2	5	3	6	6	5	
3	5	6	7	8	9	5	2	5	4	5	6	6	3	6	5	3	4	5	1	
3	7	5	3	3	3	7	5	3	4	9	2	1	4	4	4	2	4	3	4	
5	5	3	7	5	3	2	6	2	4	4	4	0	6	1	3	4	4	5	4	
3	5	4	1	1	9	9	5	0												

Выборка А21 $N = 85$

4	5	3	4	5	2	3	3	3	4	4	5	3	1	4	1	4	5	5	1	
2	5	5	5	3	4	3	5	5	4	0	2	6	7	1	3	2	2	4	2	
3	3	6	0	6	2	4	3	6	1	5	4	4	4	5	2	4	5	3	5	
5	6	2	2	3	2	2	5	2	5	5	0	7	1	0	0	0	5	3	2	
7	6	3	5	3																

Выборка А22 $N = 65$

2	3	1	6	4	6	3	3	1	3	1	2	4	4	4	3	0	3	2	4
2	3	2	3	3	2	0	6	1	0	2	2	6	2	0	2	4	3	1	5
3	0	4	4	3	5	3	2	5	2	0	2	0	2	5	0	1	3	3	2
0	2	2	2	5															

Выборка А23 $N = 66$

1	4	3	3	1	0	4	0	4	3	2	0	2	2	3	3	1	0	3	3
3	2	3	3	3	2	5	6	3	2	5	2	3	4	2	3	2	2	6	2
0	1	2	3	6	2	1	4	3	3	1	5	4	3	2	1	1	1	6	3
2	0	2	2	2	3														

Выборка А24 $N = 76$

7	5	5	5	5	9	4	5	3	8	5	3	8	3	3	9	6	1	6	11
8	3	3	6	2	7	4	4	3	5	7	4	6	5	2	9	5	8	6	11
1	7	7	4	4	9	7	4	3	1	6	6	4	5	4	5	5	7	8	10
8	4	2	7	7	5	9	6	2	7	7	9	2	6	8	11				

Выборка А25 $N = 94$

2	0	2	6	2	3	5	3	8	3	6	4	5	2	6	6	5	5	8	8
3	5	3	2	4	5	2	1	6	9	7	6	7	4	5	6	5	6	8	3
6	5	5	1	7	6	4	1	5	6	4	7	2	8	8	2	8	2	1	6
5	2	3	6	3	3	5	3	3	7	5	6	6	3	4	6	7	4	6	2
7	7	1	2	3	6	6	3	2	6	4	2	4	8						

2.2 Материалы для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет.

Зачет проводится в тестовой форме.

Демонстрационный вариант теста:

Тест для оценки промежуточных результатов освоения учебной дисциплины ЕН.02
Теория вероятностей и математическая статистика 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы.

Инструкция по выполнению тестовой программы

Вам необходимо выполнить один вариант тестовых заданий, состоящий из 30 вопросов. Задания необходимо выполнять в заданной последовательности, не забудьте указать номер задания. Внимательно прочитайте тестовое задание и выберите один правильный ответ. За каждый правильный ответ в teste вы получаете 1 балл. Максимальное количество баллов – 30.

Максимальное время выполнения задания – 90 мин.

Критерии оценки выполнения тестовых заданий

Кол-во баллов по тесту	Оценка
30	«5»
24-29	«4»
20-23	«3»
19 и менее	«2»

1 Вариант

1. Опыт произвели n раз, событие A при этом произошло m раз. Найти частоту появления события A : $n=m=100$

Ответ: а) 0,75 б) 1 в) 0,5 г) 0,1

2. Бросили игральную кость. Какова вероятность, что выпадет четное число очков

Ответ: а) 0,5 б) $\frac{2}{3}$ в) $\frac{1}{3}$ г) $\frac{5}{6}$

3. В ящике 20 стандартных деталей и 7 бракованных. Вытащили три детали. Событие A_1 – 1-ая деталь бракованная, A_2 – 2-ая деталь бракованная, A_3 – 3-я деталь бракованная. Записать событие: В – все детали бракованные.

Ответ:

$$a) \overline{A_1} \overline{A_2} \overline{A_3} = B \quad b) A_1 + A_2 + A_3 = B \quad c) A_1 A_2 A_3 = B \quad d) A_1 \overline{A_2} \overline{A_3} + \overline{A_1} A_2 \overline{A_3} + \overline{A_1} \overline{A_2} A_3 = B$$

4. Пусть A – работает машина, B_i – работает i -ый котел ($i=1,2,3$). Записать событие: установка работает машинно-котельная установка работает, если работает машина и хотя бы один котел.

Ответ:

$$a) AB_1B_2B_3 \quad b) A(B_1 + B_2 + B_3) \quad c) AB_1(B_1 + B_2) \quad d) A(\overline{B_1}B_2B_3 + B_1\overline{B_2}B_3 + B_1B_2\overline{B_3} + B_1B_2B_3)$$

5. На полке расставили n -томное собрание сочинений в произвольном порядке. Какова вероятность того, что книги стоят в порядке возрастания номеров томов, если $n = 5$.

Ответ: а) $\approx 0,0083$ б) $\approx 0,000025$ в) $\approx 0,00000028$ г) $\approx 0,00020$

6. В группе 8 девушек и 6 юношей. Их разделили на две равные подгруппы. Сколько исходов благоприятствуют событию: все юноши окажутся в одной подгруппе?

Ответы: а) 8 б) 168 в) 840 г) 56

7. Монету подбросили 3 раза. Какова вероятность того, что “орел” выпадет 3 раза.

Ответы: а) $\frac{3}{8}$ б) $\frac{1}{2}$ в) $\frac{7}{8}$ г) $\frac{1}{8}$

8. В ящике 25 шаров, из них 10 белых, 7 голубых, 3 желтых, 5 синих. Найти вероятность того, что наудачу вынутый шар белый.

Ответы: а) $\frac{7}{25}$ б) 0,4 в) 0,2 г) $\frac{3}{25}$

9. Выбрать правильный ответ: $P(A + \bar{A}) = ?$

Ответы: а) 0 б) $1 - P(A)$ в) 1 г) $P(A) + P(B) - P(AB)$

10. Выбрать правильный ответ: Формула полной вероятности

$$a) C_n^k p^k q^{n-k} = P_n(k) \quad b) P(A_1) \cdot P_{A_1}(B) + P(A_2)P_{A_2}(B) + \dots + P(A_n)P_{A_n}(B)$$

$$c) \frac{P(B_i)P_{B_i}(A)}{\sum_{k=1}^n P(B_k)P_{B_k}(A)}$$

11. Найти $P(AB)$, если $P(A) = \frac{1}{3}$ $P_A(B) = \frac{2}{5}$

Ответы: а) 0,06 б) $\frac{1}{6}$ в) 0,1 г) $\frac{2}{15}$

12. Найти $P(\bar{A})$, если $P(A) = 0,2$

Ответы: а) 0,5 б) 0,8 в) 0,2 г) 0,6

13. События А и В несовместимы. Найти $P(A + B)$, если $P(A) = P(B) = 0,3$

Ответы: а) 0,9 б) 0,8 в) 0,7 г) 0,6

14. Найти $P(A+B)$, если $P(A)=P(B)=0,3$ $P(AB)=0,1$

Ответы: а) 0,5 б) 0,6 в) 0,9 г) 0,7

15. Опыт произвели n раз. Событие А произошло при этом m раз. Найти частоту появления события А: $n = 10$, $m = 2$

Ответы: а) $\frac{1}{6}$ б) 0,2 в) 0,25 г) 0,15

16. Наивероятнейшим числом появлений события при повторении испытаний находим по формуле:

$$a) P_n(k) = \frac{1}{\sqrt{npq}} \quad (x) \quad x = \frac{k - np}{\sqrt{npq}} \quad b) np - q \leq k_0 \leq np + p$$

$$c) P\left(\frac{m}{n} - p < \varepsilon\right) \rightarrow 1 \quad n \rightarrow \infty \quad d) P(k_1 \leq k \leq k_2) = \Phi(x_2) - \Phi(x_1) \quad x_1 = \frac{k_1 - np}{\sqrt{npq}} \quad x_2 = \frac{k_2 - np}{\sqrt{npq}}$$

17. Сумма произведений каждого значения ДСВ на соответствующую вероятность называется.

Ответы: а) дисперсией случайной величины б) математическим ожиданием ДСВ
в) средним квадратическим отклонением г) законом распределения ДСВ

18. Вероятность безотказной работы одной ячейки доильной установки равна p . X – число безотказно работающих ячеек доильной установки во время дойки n коров. Найти $M(X)$.
 $p = 0,9$; $n = 10$

Ответы: а) 8,4 б) 6 в) 7,2 г) 9

19. Вероятность безотказной работы одной ячейки доильной установки равна p . X – число безотказно работающих ячеек доильной установки во время дойки n коров. Найти $D(X)$.

$$p = 0,9; n = 10$$

Ответы: а) 2,52 б) 3,6 в) 1,44 г) 0,9

20. Задан биномиальный закон распределения ДСВ. Найти $M(x)$.

X	0	1	2	3	4
P	$C_4^0 0,6^0 \cdot 0,4^4$	$C_4^1 0,6^1 \cdot 0,4^3$	$C_4^2 0,6^2 \cdot 0,4^2$	$C_4^3 0,6^3 \cdot 0,4^1$	$C_4^4 0,6^4 \cdot 0,4^0$

Ответы: а) 2,8 б) 1,2 в) 2,4 г) 0,8

21. Задан биномиальный закон распределения ДСВ. Найти $D(x)$.

X	0	1	2	3	4
P	$C_4^0 0,6^0 \cdot 0,4^4$	$C_4^1 0,6^1 \cdot 0,4^3$	$C_4^2 0,6^2 \cdot 0,4^2$	$C_4^3 0,6^3 \cdot 0,4^1$	$C_4^4 0,6^4 \cdot 0,4^0$

Ответы: а) 0,96 б) 0,64 в) 0,36 г) 0,84

22. . Задан биномиальный закон распределения ДСВ. Найти $P(x < 2)$.

X	0	1	2	3	4
P	$C_4^0 0,6^0 \cdot 0,4^4$	$C_4^1 0,6^1 \cdot 0,4^3$	$C_4^2 0,6^2 \cdot 0,4^2$	$C_4^3 0,6^3 \cdot 0,4^1$	$C_4^4 0,6^4 \cdot 0,4^0$

Ответы: а) 0,0272 б) 0,0272 в) 0,3398 г) 0,1792

23. Найти соответствующую формулу: $M(x) =$

$$\text{Ответы: а)} M(x^2) - (M(x))^2 \quad \text{б)} \int_a^{\infty} xf(x)dx \quad \text{в)} F(\infty) - F(a) \quad \text{г)} \sqrt{D(x)}$$

24. Задан закон распределения ДСВ. Найти $M(x)$. $\frac{x}{P(x)} \left| \begin{array}{c} 0 \\ 0,1 \\ 0,2 \\ 0,4 \\ 0,3 \end{array} \right|$

Ответ: а) 3,8 б) 4,2 в) 0,7 г) 1,9

25. Задан закон распределения ДСВ $\frac{x_i}{p_i} \left| \begin{array}{c} x_1 \\ p_1 \\ x_2 \\ p_2 \\ x_3 \\ p_3 \\ x_4 \\ p_4 \end{array} \right|$ Найти: $p_1 + p_2 + p_3 + p_4$

Ответы: а) $p_1 + p_2 + p_3$ б) 1 в) $p_1 + p_2$ г) $p_3 + p_4$

$$26. \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = ?$$

Ответы: а) $F(x)$ б) 1 в) $f(x)$ г) $P(a \leq x \leq b)$

27. Случайная величина имеет равномерное распределение, если

$$\text{а)} f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{б)} F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{при } a \leq x \leq b \\ 1 & \text{при } x > b \end{cases}$$

в) она принимает значения $0,1,2,\dots, m,\dots,n$ с вероятностями $P(x=m) = C_n^m p^m q^{n-m}$

$$\text{г)} f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & \text{при } x \geq 0 \\ 0 & \text{при } x < 0 \end{cases}$$

28. Найти дифференциальную функцию распределения $f(x)$, если

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0 \\ \frac{x^3}{8}, & \text{если } 0 \leq x \leq 2 \\ 1, & \text{если } x > 2 \end{cases}$$

$$a) f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0 \\ 2x, & \text{если } 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{если } x > 1 \end{cases}$$

$$\bar{o}) f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 2 \\ \frac{1}{3}, & \text{если } 2 \leq x \leq 5 \\ 0, & \text{если } x > 5 \end{cases}$$

Ответы:

$$e) f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0 \\ 1, & \text{если } 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{если } x > 1 \end{cases}$$

$$\varepsilon) f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0 \\ \frac{3x^2}{8}, & \text{если } 0 \leq x \leq 2 \\ 0, & \text{если } x > 2 \end{cases}$$

29. Найти интегральную функцию распределения $F(x)$, если $f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0 \\ 2x, & \text{если } 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{если } x > 1 \end{cases}$

Ответы: а) $F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0 \\ x^2, & \text{если } 0 \leq x \leq 1 \\ 1, & \text{если } x > 1 \end{cases}$ б) $F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0 \\ \frac{1}{3}x, & \text{если } 0 \leq x \leq 3 \\ 0, & \text{если } x > 3 \end{cases}$

в) $F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0 \\ x, & \text{если } 0 \leq x \leq 1 \\ 1, & \text{если } x > 1 \end{cases}$ г) $F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0 \\ \frac{x^3}{8}, & \text{если } 0 \leq x \leq 2 \\ 1, & \text{если } x > 2 \end{cases}$

30. В формуле $P_n(k_1 \leq k \leq k_2) = \Phi(\sigma) - \Phi(a)$ a равно

Ответы: а) $\frac{k_2 - np}{\sqrt{npq}}$ б) $\frac{k_1 - np}{\sqrt{npq}}$ в) $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ г) $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$

3. Литература

Основная литература:

Лисичкин В. Т. Математика в задачах с решениями: учебное пособие / В Т. Т. Лисичкин, И. Л. Соловейчик. 7-е изд., стер. – Санкт – Петербург: Лань, 2020.-464 с. ЭБС Лань

Дополнительная литература:

Коган Е.А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Е.А. Коган, А.А. Юрченко. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 250 с. — (Среднее профессиональное образование). ЭБС znaniyam