Министерство образования Красноярского края

краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

«Красноярский колледж радиоэлектроники и информационных технологий»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущей и промежуточной аттестации

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ЕН.03 ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

для студентов специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование

квалификаций

разработчик веб и мультимедийных приложений

программист

специалист по информационным системам

администратор баз данных

г. Красноярск, 2021

Фонд оценочных средств разработан на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.03 Программирование в компьютерных системах и рабочей программы ЕН.03 Теория вероятностей и математическая статистика.

|  |  |
| --- | --- |
| ОДОБРЕНО  Старший методист  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.В. Клачкова  «25 » октября 2021г. | УТВЕРЖДАЮ  Заместитель директора  по учебной работе  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_М.А. Полютова  «25» октября 2021г. |

РАССМОТРЕНО

на заседании цикловой комиссии

образовательного цикла №1

Протокол № 2 от «15» октября 2021 г.

Председатель ЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Н. Немкова

АВТОР: Елгина К.Н., преподаватель КГБПОУ «ККРИТ»

ПРОВЕРЕНО

Методист

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.И. Макарова

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_г

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | СОДЕРЖАНИЕ |  |
|  |  | стр. |
| 1 | ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ | 4 |
| 2 | ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | 9 |
| 3 | КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ | 10 |
| 4 | КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ | 19 |
| 5 | ПЕРЕЧНЬ ПЕЧАТНЫХ ИЗДАНИЙ, ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДАНИЙ (ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ), ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ | 25 |

1. **ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**
   1. Область применения

Фонд оценочных средств предназначен для проверки результатов освоения дисциплины ЕН.03 Теория вероятностей и математическая статистика основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования по специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование

Фонд оценочных средств позволяет оценить:

1.1.1. Освоенные умения и усвоенные знания:

У.1 применять стандартные методы и модели к решению вероятностных и статистических задач;

У.2 использовать расчетные формулы, таблицы, графики при решении статистических задач;

У.3 применять современные пакеты прикладных программ многомерного статистического анализа.

З.1 элементы комбинаторики;

З.2 понятие случайного события, классическое определение вероятности, вычисление вероятностей событий с использованием элементов комбинаторики, геометрическую вероятность,

З.3 алгебру событий, теоремы умножения и сложения вероятностей, формулу полной вероятности,

З.4 схему и формулу Бернулли, приближенные формулы в схеме Бернулли. Формулу(теорему) Байеса,

З.5 понятия случайной величины, дискретной случайной величины, ее распределение и характеристики, непрерывной случайной величины, ее распределение и характеристики,

З.6 законы распределения непрерывных случайных величин,

З.7 центральную предельную теорему, выборочный метод математической статистики, характеристики выборки. Понятие вероятности и частоты.

1.1.2. Освоение общих и профессиональных компетенций по учебной дисциплине:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста

Формой промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом специальности является дифференцированный зачет.

* 1. **Система контроля и оценки освоения программы учебной дисциплины (МДК)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Контролируемые элементы учебной дисциплины (темы) | Контролируемые знания, умения | Вид контроля | Форма контроля | Контрольно-оценочные  материалы |
| Тема 1.1 Элементы комбинаторики | Знать  - виды выборок,  - формулы для вычисления числа выборок в зависимости от их вида.  Уметь  - определять вид выборки,  - находить число комбинаций. | Текущий | Решение типовых задач  Устный опрос | Тренажер (пункт 3)  Карточки для проверочной работы (пункт 3)  Задания для устного опроса. (пункт 3)  Творческое задание |
| Тема 1.2 Основы теории вероятностей | Знать  - классическое, статистическое, геометрическое определения вероятности,  - правила суммы и произведения,  - понятие графа, элементов и видов,  - формулу полной вероятности,  - формулу Байеса,  - формулу Бернулли  Уметь  - вычислять вероятности, используя классическое, статистическое, геометрическое определения вероятности,  - вычислять вероятность сложных событий,  - применять ориентированный граф при вычисление вероятности сложных событий,  - вычислять вероятность при помощи формул Байеса, Бернулли и Пуассона. | Текущий | Решение типовых задач  Устный опрос  Проведение эксперимента | Тренажер (пункт 3)  Разноуровневые задания (пункт 3)  Задания для устного опроса. (пункт 3)  Задание для практической работы. (пункт 3) |
| Тема 1.3  Дискретные случайные величины | Знать  - понятие дискретной случайной величины,  - основные характеристики дискретной случайной величины,  - способы задания дискретной случайной величины,  - понятие функции от дискретной случайной величины,  - виды распределения случайной дискретной величины.  Уметь  - задавать различными способами дискретную случайную величину,  - находить основные характеристики дискретной случайной величины,  - задавать функцию от дискретной случайной величины и строить ее график. | Текущий | Решение типовых задач  Устный опрос | Тренажер (пункт 3)  Задания для устного опроса. (пункт 3)  Карточки для проверочной работы (пункт 3) |
| Тема 1.4  Непрерывные случайные величины | Знать  - понятие непрерывной случайной величины,  - понятие равномерно распределенной непрерывной случайной величины,  - центральную предельную теорему.  Уметь  - вычислять основные характеристики непрерывной случайной величины. | Текущий | Решение типовых задач | Карточки для проверочной работы (пункт 3) |
| Тема 2.1  Элементы математической статистики | Знать  - методы математической статистики,  - виды выборок,  - понятие вариационного ряда,  - основные характеристики вариационного ряда..  Уметь  - определять вид выборки,  - находить числовые характеристики вариационного ряда | Текущий | Выполнение эксперимента | Задание для практической работы. (пункт 3) |
| Учебная дисциплина  Теория вероятностей и математическая статистика | Знать:  - элементы комбинаторики;  - понятие случайного события, классическое определение вероятности, вычисление вероятностей событий с использованием элементов комбинаторики, геометрическую вероятность;  - алгебру событий, теоремы умножения и сложения вероятностей, формулу полной вероятности;  - схему и формулу Бернулли, приближенные формулы в схеме Бернулли. Формулу(теорему) Байеса;  - понятия случайной величины, дискретной случайной величины, ее распределение и характеристики, непрерывной случайной величины, ее распределение и характеристики;  - законы распределения непрерывных случайных величин;  - центральную предельную теорему, выборочный метод математической статистики, характеристики выборки. Понятие вероятности и частоты.  Уметь:  - применять стандартные методы и модели к решению вероятностных и статистических задач;  - использовать расчетные формулы, таблицы, графики при решении статистических задач;  - применять современные пакеты прикладных программ многомерного статистического анализа. | Промежуточный | Дифференцированный зачет | Контрольно-оценочные материалы для промежуточной аттестации (Пункт 4). |

1. **ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине ЕН.03 Теория вероятностей и математическая статистика в соответствии с учебным планом специальности 09.02.07 Информационные системы и программирование является дифференцированный зачет.

Зачет проводится в форме выполнения практической работы обучающегося по билету. Вопросы к зачету охватывают наиболее значимые из тем, предусмотренных рабочей программой.

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется шкала 4-балльная.

При определении уровня достижений обучающих на зачете обращается особое внимание на следующее:

* дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;
* показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи;
* знание об объекте демонстрируются на фоне понимания его в системе данной дисциплины и междисциплинарных связей;
* ответ формулируется в терминах дисциплины, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию обучающегося;
* теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики.

1. **КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением семинаров, оцениванием контрольных заданий, проверкой конспектов лекций, выполнением индивидуальных и творческих заданий, периодическим опросом обучающихся на занятиях.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ЕН.03 Теория вероятностей и математическая статистика представлено следующее распределение оценочных средств:

**Тема 1.1 Элементы комбинаторики**

***Перечень вопросов для устного опроса.***

1. Выборка
2. Сочетание без повторений
3. Сочетание с повторениями
4. Размещение без повторений
5. Размещение с повторением
6. Перестановка без повторений
7. Перестановка с повторениями

Критерии оценки устного опроса:

Оценка «отлично» ставится, если студент правильным математическим языком формулирует ответы, правильно устанавливает связь между понятиями. Оценка «хорошо» ставится, если студент правильно отвечает на вопросы, но не может правильно формулировать ответы, при установки связи между понятиями может допустить одну ошибку. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент не может сформулировать правильно ответы на вопросы, но понимает их суть, может привести примеры, есть ошибки при установки связей между понятиями. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не может правильно сформулировать ответ на вопрос, не может привести примеры, совершает более двух ошибок при установке связей между понятиями.

***Тренажер «Подсчет числа комбинаций»***

1 пример

Из букв своего полного имени вы решили составить код для авторской программы. Код может содержать любую букву неограниченное число раз. Сколько можно составить вам код, если:  
1 - он должен состоять ровно из 5 букв, но размер буквы не имеет значения?  
2 - он должен состоять ровно из такого количества букв, сколько букв в вашем полном имени, а размер буквы имеет значение?  
3 - он может содержать от 3 до 5 букв включительно, размер буквы не имеет значение?

2 пример

Чтобы сделать свой автомобиль оригинальным, вы решили раскрасить его разными цветами. У вас есть различная краска. Число ее видов совпадает с числом количества букв в полном имени и фамилии вместе взятых. При покраске цвета не смешиваются. Сколько может быть способов раскрасить автомобиль, если:  
1 - раскрашиваете только диски колес (один диск - одним цветом)  
2 - раскрашиваете только все четыре двери (одна дверь - один цвет) и все разными цветами  
3 - сколько может получится новых красок, если решите смешивать по 2 разных цвета? (при смешивании берете 1 баночка одного цвета краски + 1 баночка другого цвета краски)

*Критерии оценки тренажера:*

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено без ошибок и обоснованно. Оценка «хорошо» ставится, если задание решено верно и обоснованно, возможны 1-2 негрубых ошибки. Оценка «удовлетворительно» ставится, если половина заданий выполнено верно без грубых ошибок. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если все примеры выполнены с грубыми ошибками.

***Творческое задание «5 задач».***

Составить задачу для каждого вида выборки и решить их

1. сочетание без повторений
2. сочетание с повторениями
3. размещение без повторений
4. размещение с повторениями
5. перестановка

Тема задач определяется номером студента в списке

1-5 продукты питания

6-10 живые существа

11-15 мебель

16-20 канцелярия

21-25 растительный мир и неживая природа

Критерии выполнения заданий.

Число верно составленных и решенных задач соответствует оценке, то есть «отлично» - все задачи правильно составлены и правильно решены, «хорошо» - ошибка в решение или составлении одной задачи, «удовлетворительно» - ошибка в решение или составлении двух задач, либо правильное составление задач, но без решения.

**Тема 1.2 Основы теории вероятностей**

***Перечень вопросов для устного опроса.***

1. Случайное событие
2. Суммой случайных событий А и В
3. Произведением случайных событий А и В
4. Событие противоположное по отношению к случайному событию А.
5. Несовместные события.
6. Попарно несовместные события
7. Совместные события
8. Событие невозможные
9. Событие достоверные
10. Частота случайного события А в серии опыта.
11. Свойства частоты
12. Статистическое (частотное) определение.
13. Классическое определение вероятности
14. Свойства вероятности:
15. Геометрическое определение вероятности.

Критерии оценки устного опроса:

Оценка «отлично» ставится, если студент правильным математическим языком формулирует ответы, правильно устанавливает связь между понятиями. Оценка «хорошо» ставится, если студент правильно отвечает на вопросы, но не может правильно формулировать ответы, при установки связи между понятиями может допустить одну ошибку. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент не может сформулировать правильно ответы на вопросы, но понимает их суть, может привести примеры, есть ошибки при установки связей между понятиями. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не может правильно сформулировать ответ на вопрос, не может привести примеры, совершает более двух ошибок при установке связей между понятиями.

***Перечень вопросов для устного опроса.***

1. Что такое граф.
2. Каковы элементы графа.
3. Какой граф называется нулевым.
4. Какой граф называется ориентированным.
5. Какой граф не является ориентированным.
6. Какой граф называется циклом.
7. Какой граф называется мультиграфом.
8. Какие ребра называются кратными.
9. Способы задания графа.

Критерии оценки устного опроса:

Оценка «отлично» ставится, если студент правильным математическим языком формулирует ответы, правильно устанавливает связь между понятиями. Оценка «хорошо» ставится, если студент правильно отвечает на вопросы, но не может правильно формулировать ответы, при установки связи между понятиями может допустить одну ошибку. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент не может сформулировать правильно ответы на вопросы, но понимает их суть, может привести примеры, есть ошибки при установки связей между понятиями. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не может правильно сформулировать ответ на вопрос, не может привести примеры, совершает более двух ошибок при установке связей между понятиями.

## *Практическая работа «Статистическое и классическое определение вероятности*»

Найти при помощи статистического и классического определения вероятности вероятность того, что при однократном бросании кости

- выпадет число 6,

- выпадет число кратное 3,

- не выпадет четное число.

При совершения эксперимента необходимо выполнить 25 опытов.

*Пояснительная записка.*

Материалы: игральная кость (если ее нет, то можно сделать самим), тетрадь, ручка, карандаш, линейка, калькулятор.

Ход работы.

1) Провести эксперимент из 25 опытов и заполнить таблицу, указав в ней номер опыта и полученный результат

2) Посчитать количество благоприятных событий для каждого из трех пунктов по таблице и посчитать статистическую вероятность для каждого из трех случаев.

3) Аналитически посчитать количество всех возможных событий и количество благоприятных событий для каждого из трех пунктов и посчитать классическую вероятность.

4) Записать ответ.

*Критерии оценки тренажера*:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено без ошибок и обоснованно. Оценка «хорошо» ставится, если задание решено верно и обоснованно, возможны 1-2 негрубых ошибки. Оценка «удовлетворительно» ставится, если половина заданий выполнено верно без грубых ошибок. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если все примеры выполнены с грубыми ошибками.

## *Тренажер «Виды графа*»

Построить три графа:

1. Содержащий d циклов и z петель
2. Его d ребер имели кратность z
3. Состоящий из d деревьев.

d – число различных букв в вашем полном имени

z - число различных букв в вашей фамилии

*Критерии оценки тренажера*:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено без ошибок и обоснованно. Оценка «хорошо» ставится, если задание решено верно и обоснованно, возможны 1-2 негрубых ошибки. Оценка «удовлетворительно» ставится, если половина заданий выполнено верно без грубых ошибок. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если все примеры выполнены с грубыми ошибками.

## *Тренажер «Применение ориентированного графа при нахождение вероятности событий*»

## 1 часть

1. Мама попросила сына купить хлеб, когда пойдет домой со школы. Мальчик знал два магазина, где продается хлеб. В одном вероятность, что будет хлеб равна d/(d+z), а во втором z/(d+z), чтобы прийти вовремя домой, мальчик может зайти только в один магазин. Какова вероятность того, что мальчик купит хлеб, если в первый магазин мальчик в среднем заходит 2 раза из d?
2. В магазине распродают залежавшийся товар. В его ассортименте фонарики в большом количестве. На каждые d рабочих фонаря приходится z бракованных. При покупке бракованного фонаря можно сделать обмен лишь один раз. Если же фонарь опять попадается бракованным, то его предлагают сдать в ремонт и ждать его починки. У посетителя денег только на один фонарь. Какова вероятность того, что ему не придется сдавать в ремонт свою покупку и уйдет из магазина с работающим фонарем?

2 часть

1. Мама попросила сына купить хлеб, когда пойдет домой со школы. Мальчик знал два магазина, где продается хлеб. В одном вероятность, что будет хлеб равна d/(d+z), а во втором z/(d+z), чтобы прийти вовремя домой, мальчик может зайти только в один магазин. Какова вероятность того, что мальчик купит хлеб, если в первый магазин мальчик в среднем заходит 2 раза из d?
2. В магазине распродают залежавшийся товар. В его ассортименте фонарики в большом количестве. На каждые d рабочих фонаря приходится z бракованных. При покупке бракованного фонаря можно сделать обмен не более двух раз. Если же фонарь опять попадается бракованным, то его предлагают сдать в ремонт и ждать его починки. У посетителя денег только на один фонарь. Какова вероятность того, что ему не придется сдавать в ремонт свою покупку и уйдет из магазина с работающим фонарем?

d – число различных букв в вашем полном имени

z - число различных букв в вашей фамилии

*Критерии выполнения заданий.*

Первая часть заданий оценивается на «удовлетворительно» при верном его выполнении с ошибками, не влияющие на верность хода решения или с неполным оформлением решения и на «хорошо» при полностью верном решении с полным его оформлением, при правильном решении второй части заданий работа оценивается на «хорошо» и «отлично» в зависимости от полноты и правильности решения (первую часть выполнять необязательно)

## *Тренажер «Вычисление вероятности события с использование формулы полной вероятности и формулы Байеса*»

Экзамен по математике состоит из 20 вопросов по алгебре и 30 вопросов по геометрии. Вы выучили d вопросов по алгебре и z вопросов по геометрии. Билеты составлены только из этих вопросов. Вопросы в билетах не повторяются. Лишние вопросы могут быть не включены в билеты. Экзамен считается сданным, если ответили правильно на все вопросы из него. Определить вероятность того, что

1. вы экзамен сдали, учитывая, что в билете только 1 вопрос,
2. вы экзамен сдали, учитывая, что в билете 1 вопрос по алгебре и 1 вопрос по геометрии,
3. вы не сдали экзамен, в билете было два любых вопроса,
4. вам достался билет с вопросам по алгебре, а экзамен вы не сдали. В билете только один вопрос.

d – число различных букв в вашем полном имени

z - число различных букв в вашей фамилии

*Критерии оценки тренажера*:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено без ошибок и обоснованно. Оценка «хорошо» ставится, если задание решено верно и обоснованно, возможны 1-2 негрубых ошибки. Оценка «удовлетворительно» ставится, если половина заданий выполнено верно без грубых ошибок. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если все примеры выполнены с грубыми ошибками.

## *Тренажер «Вычисление вероятности события при помощи формул Бернулли и Пуассона*»

Один работник для шутки ради в контейнер с семенами фиолетовых астр насыпал семена белых астр. В результате в контейнере оказалось семян фиолетовых астр в 100 больше, чем семян белых астр. Определите вероятность того, что  
- из наугад взятых двух семечек из этого контейнера вырастут только фиолетовые астры  
- при взятии из этого контейнера а\*100 семян попадутся ровно а семечек белых астр  
- из взятых из контейнера а семян будет ровно два семени фиолетовых астр  
А – количество различных букв в вашем полном имени

*Критерии оценки тренажера*:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено без ошибок и обоснованно. Оценка «хорошо» ставится, если задание решено верно и обоснованно, возможны 1-2 негрубых ошибки. Оценка «удовлетворительно» ставится, если половина заданий выполнено верно без грубых ошибок. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если все примеры выполнены с грубыми ошибками.

***Разноуровневые задания «Вычисление вероятностей событий»***

Прежде чем решать задание, следует переписать его условие, учитывая значения параметров х и у. х – число различных букв в полном имени студента, у – число различных букв в фамилии студента.

Посчитать вероятности

1 часть

1. Вероятность того, что наугад вынутой карты колоды будет иметь номер х (в колоде 54 карты,
2. В двух корзинах лежат яблоки и груши. В первой корзине х яблок и у груш, во второй корзине (х+у) яблок и 2\*у груш. Найти вероятность того, что фрукт был взят из первой корзины, если это оказалась груша. Известно, что из корзин был взят всего один фрукт.
3. В баскетбольное кольцо бросают два мяча разного размера. Синий мяч меньше красного мяча, поэтому попасть этим мячом проще. Вероятность его попадания х/20. Красный мяч большой и еле помещается в кольце, поэтому им попасть гораздо труднее, вероятность его попадания х/(20+у). какова вероятность того, что в кольцо попадет хотя бы один мяч?

2 часть

1. Вероятность того, что наугад вынутой карты колоды будет иметь номер х (в колоде 54 карты,
2. В корзинах лежат яблоки и груши. В корзинах из бересты лежат х яблок и у груш, а в плетеной корзине лежат (х+у) яблок и 2\*у груш. Найти вероятность того, что фрукт был взят из первой корзины, если это оказалась груша. Известно, что из корзин был взят всего один фрукт, корзин из бересты больше, чем плетеных корзин. Плетеных корзин было х штук.
3. В баскетбольное кольцо бросают мячи разного размера. Синий мяч меньше красного мяча, поэтому попасть этим мячом проще. Вероятность его попадания х/20. Красный мяч большой и еле помещается в кольце, поэтому им попасть гораздо труднее, вероятность его попадания х/(20+у). какова вероятность того, что в кольцо попадет хотя бы один мяч, если в кольцо кидали х синих и у красных мячей?

*Критерии выполнения заданий.*

Первая часть заданий оценивается на «удовлетворительно» при верном его выполнении с ошибками, не влияющие на верность хода решения или с неполным оформлением решения и на «хорошо» при полностью верном решении с полным его оформлением, при правильном решении второй части заданий работа оценивается на «хорошо» и «отлично» в зависимости от полноты и правильности решения (первую часть выполнять необязательно)

**Тема 1.3 Дискретные случайные величины.**

***Перечень вопросов для устного опроса.***

1. Определение дискретной случайной величины.

2.    Почему при задании случайной величины не достаточно задать лишь множество значений этой величины.

3.    Из параграфа 5.1 приведенные примеры дискретных случайных величин разбить на две группы: когда для задания их достаточно перечислить множество значений и когда этого не достаточно.

4.    Что представляет собой закон распределения ДНС.

5.    Свойства вероятностей множества значений ДНС.

6.    Что представляет собой графическое задание закона распределения ДНС.

7.    Что представляет собой графическое задание закона распределения ДНС

8.    Что называется многоугольником распределения

*Критерии оценки устного опроса:*

Оценка «отлично» ставится, если студент правильным математическим языком формулирует ответы, правильно устанавливает связь между понятиями. Оценка «хорошо» ставится, если студент правильно отвечает на вопросы, но не может правильно формулировать ответы, при установки связи между понятиями может допустить одну ошибку. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент не может сформулировать правильно ответы на вопросы, но понимает их суть, может привести примеры, есть ошибки при установки связей между понятиями. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не может правильно сформулировать ответ на вопрос, не может привести примеры, совершает более двух ошибок при установке связей между понятиями.

***Карточки для выполнения проверочной работы.***

Задание выполняется без использования справочной литературы, в том числе и конспектов, в течении 35 минут. Одна карточка выполняется на одной проверочной работе.

Образцы карточек (остальные аналогичные, отличаются только числами)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Заполнить таблицу до конца и построить многоугольник распределения.   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | у | 2 | 3 | 4 | | р |  |  |  |   К – количество различных букв в вашем полном имени  В – количество различных букв в вашей фамилии |

*Критерии оценки проверочной работы.*

Оценка «отлично» ставится, если все задания выполнено без ошибок. Оценка «хорошо» ставится, если задание выполнены верно, возможны 1-2 негрубых ошибки. Оценка «удовлетворительно» ставится, если было совершено 1 грубая ошибки или более 2 негрубых ошибок. Оценка «удовлетворительно», если было совершено 2 или более грубых ошибок.

## *Тренажер «Основные характеристики ДСВ*»

Жизнь показала, что из 20 купленных лотерейных билетов выигрышными бывает не более четырех билетов. Вероятность того, что выпадет только один из купленных билетов равна 0,4, два выигрышных - 0,2, три выигрышных - а\*0,01, четыре выигрышных - в\*0,01.

Задайте закон распределения ДСВ в виде таблицы. Найдите математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение того, сколько выигрышных билетов окажется в купленных 20 лотерейных билетах.

а - число различных букв в полном имени

в - число различных букв в фамилии

*Критерии оценки тренажера*:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено без ошибок и обоснованно. Оценка «хорошо» ставится, если задание решено верно и обоснованно, возможны 1-2 негрубых ошибки. Оценка «удовлетворительно» ставится, если половина заданий выполнено верно без грубых ошибок. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если все примеры выполнены с грубыми ошибками.

**Тема 1.4 Непрерывные случайные величины**

***Карточки для выполнения проверочной работы.***

Задание выполняется без использования справочной литературы, в том числе и конспектов, в течение ленты. Одна карточка выполняется на одной проверочной работе.

Образцы карточек (остальные аналогичные, отличаются только числами)

|  |
| --- |
| Пз НСВ 1(m=№-10, n=№, h=10+№)  № - номер студента в списке   1. Непрерывная случайная величина http://mathprofi.ru/t/nepreryvnaya_sluchaynaya_velichina_clip_image002_0011.gif задана плотностью распределения вероятностей:   Найти значение http://mathprofi.ru/t/nepreryvnaya_sluchaynaya_velichina_clip_image193.gif и построить график плотности распределения. Найти функцию распределения вероятностей http://mathprofi.ru/t/nepreryvnaya_sluchaynaya_velichina_clip_image020_0007.gif и построить её график. Вычислить вероятность http://mathprofi.ru/t/nepreryvnaya_sluchaynaya_velichina_clip_image196.gif. Посчитать математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратичное отклонение.   1. Известна плотность вероятности случайной величины Х   а)Найти: http://ischanow.ru/sites/default/files/latex/e9cdd5612d159c80b8a60f1a4b1d4a95.gif  б) Построить графики http://ischanow.ru/sites/default/files/latex/3d90a145f9ea2daaa084705d042b251a.gif   1. Некто ожидает телефонный звонок между 19.00 и 20.00. Время ожидания звонка есть непрерывная СВ Х, имеющая равномерное распределение на отрезке [19, 20]. Найти вероятность того, что звонок поступит в промежутке от 19 часов n минут до 19 часов h минут 2. Время T выхода из строя радиостанции подчинено показательному закону распределения с плотностью   Найти: функцию распределения http://ischanow.ru/sites/default/files/latex/a48eec157e30dfd9744f9385bd164263.gif; математическое ожидание и дисперсию случайной величины T; вероятность того, что радиостанция сохранит работоспособность от 2 до 4 часов работы. |

*Критерии оценки проверочной работы.*

Оценка «отлично» ставится, если все задания выполнено без ошибок. Оценка «хорошо» ставится, если выполнено 4 задания верно, возможны 1-2 негрубых ошибки. Оценка «удовлетворительно» ставится, если выполнено 3 задания верно. Оценка «удовлетворительно», если выполнено 2 задания верно и не менее одно с негрубыми ошибками.

**Тема 2.1 Элементы математической статистики**

## *Практическая работа «Вычисление основных числовых характеристик вариационного ряда»*

Построить интервальный вариационный ряд и по нему построить полигон относительных частот. Выполнить в среде Exel. Вариационный ряд отражает способность человека ощущать временной промежуток 10 секунд.

При совершения эксперимента необходимо выполнить 25 опытов по засеканию 10 секунд.

*Пояснительная записка.*

Таймер, тетрадь, ручка, карандаш, линейка, калькулятор.

Ход работы.

Проводишь опыт:

1. запустить секундомер,
2. отсчитать мысленно 10 секунд,
3. остановить секундомер,
4. записать данные с секундомера (опыт провести 25 раз),
5. построить интервальный вариационный ряд на основе полученных данных,
6. на основе полученного вариационного ряда построить полигон относительных частот

*Критерии оценки тренажера*:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено без ошибок и обоснованно. Оценка «хорошо» ставится, если задание решено верно и обоснованно, возможны 1-2 негрубых ошибки. Оценка «удовлетворительно» ставится, если половина заданий выполнено верно без грубых ошибок. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если все примеры выполнены с грубыми ошибками.

1. **КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**Перечень практических заданий к дифференцированному зачету**

**Практическое задание №1**

1. В магазине продается 4 вида шоколада. Сколькими способами можно купить 5 шоколадок?
2. Найти дисперсию

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 4 | 5 | 7 | 9 | 10 |
| p | 0,3 | 0,15 | 0,2 |  | 0,1 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула формулы Байеса.

**Практическое задание №2**

1. Стрелок три раза подряд стреляет в мишень. Вероятность того, что он попадет равно 0,7 при первом выстреле, 0,9 – при втором выстреле, 0,9 – при третьем выстреле. Дается три попытки сделать выстрел. Какова вероятность, что он попадет в мишень только один раз?
2. Найти математическое ожидание

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 2 | 5 | 8 | 9 | 14 |
| p | 0,3 | 0,15 | 0,2 |  | 0,05 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула для сочетания с повторениями

**Практическое задание №3**

1. Сколькими способами можно группу из 20 учащихся разделить на две группы так, чтобы в одной группе было 5, а в другой - 15 человек?
2. Найти дисперсию

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 2 | 4 | 6 | 10 | 11 |
| p | 0,1 | 0,15 | 0,2 |  | 0,3 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула полной вероятности.

**Практическое задание №4**

1. Сколькими способами из 20 учащихся можно выбрать трех дежурных
2. Найти математическое ожидание

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 7 | 10 | 12 | 16 | 17 |
| p | 0,15 |  | 0,5 | 0,3 | 0,5 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула Бернулли.

**Практическое задание №5**

1. На карточках написаны числа 1, 2, 4, 5, 7, 9. Сколько различных пятизначных чисел можно из них составить?
2. Найти математическое ожидание

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 3 | 4 | 6 | 7 | 9 |
| p | 0,05 | 0,15 |  | 0,2 | 0,3 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула Пуассона.

**Практическое задание №6**

1. Стрелок три раза подряд стреляет в мишень. Вероятность того, что он попадет равно 0,9 при первом выстреле, 0,7 – при втором выстреле, 0,8 – при третьем выстреле. Дается три попытки сделать выстрел. Какова вероятность, что он попадет в мишень?
2. Найти математическое ожидание

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 4 | 6 | 8 | 10 | 17 |
| p | 0,15 |  | 0,6 | 0,01 | 0,02 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула перестановки без повторений.

**Практическое задание №7**

1. Стрелок три раза подряд стреляет в мишень. Вероятность того, что он попадет равно 0,9 при первом выстреле, 0,8 – при втором выстреле, 0,6 – при третьем выстреле. Дается три попытки сделать выстрел. Какова вероятность, что он попадет только один раз в мишень?
2. Написать функцию распределения случайной величины

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 3 | 5 | 7 | 10 | 12 |
| p | 0,2 | 0,15 | 0,05 | 0,3 |  |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула размещения без повторений.

**Практическое задание №8**

1. Сколькими способами можно составить две команды для соревнования в беге для 25 участником, если в первой участвует 19 человек, а во второй – все остальные.
2. Графически изобразить функцию распределения случайной величины

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X | 5 | 12 | 14 | 16 | 17 |
| p | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,05 |  |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула полной вероятности.

**Практическое задание №9**

1. Менеджер разыскивает нужную ему формулу в трех справочниках. Вероятности того, что формула содержится в перовом, втором и третьем справочниках, соответственно равны 0.6, 0.7 и 0.8. Найти вероятность того, что формула содержится ровно в двух справочниках
2. Написать функцию распределения случайной величины

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 1 | 3 | 7 | 10 | 17 |
| p | 0,15 | 0,5 | 0,1 | 0,15 |  |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула сочетания без повторений.

**Практическое задание №10**

1. Вероятность того, что лампа накаливания, светодиодная и неоновая рабочие равна 0,9, 0,8 и 0,7 соответственно. Наугад со склада взяли лампы каждой по одной. Найти вероятность того, что все лампы окажутся рабочими
2. Графически изобразить функцию распределения случайной величины

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 3 | 5 | 9 | 16 | 17 |
| p | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,05 |  |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула сочетания с повторением.

**Практическое задание №11**

1. На комиссии надо пройти 8 врачей. Сколькими способами можно это сделать?
2. Написать функцию распределения случайной величины

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 7 | 8 | 14 | 16 | 20 |
| p | 0,15 | 0,4 | 0,3 | 0,1 |  |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула статистического определения вероятности.

**Практическое задание №12**

1. В мишень одновременно стреляют три стрелка. Вероятность попадания в мишень первого, второго и третьего стрелка равна 0,7, 0,4, 0,6 соответственно. Какова вероятность того, что в мишень попадет только первый стрелок?
2. Написать функцию распределения случайной величины

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 11 | 13 | 15 | 20 | 21 |
| p | 0,1 | 0,01 | 0,05 | 0,4 |  |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула размещения без повторений.

**Практическое задание №13**

1. Для двух библиотек было куплено 46 книг. Сколькими способами можно распределить книги, если их должно быть поровну ?
2. Найти моду, медиану и размах варьирования, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 6 | 3 | 4 | 5 | 4 | 6 | 3 | 4 | 6 | 3 | 4 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула геометрической определения вероятности.

**Практическое задание №14**

1. В магазине продается 12 видов фруктов. Сколькими способами можно сделать покупку, если необходимо купить 4 вида фруктов?
2. Найти моду, медиану и размах варьирования, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 5 | 2 | 4 | 2 | 5 | 4 | 5 | 2 | 3 | 3 | 2 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует правило суммы вероятностей.

**Практическое задание №15**

1. В деревне стали набирать команду для пропавших людей в лесу. В команде должно быть 9 человек. Сколькими способами можно набрать команду, если на помощь вызвалось 27 человек?
2. Найти моду, медиану и размах варьирования, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 6 | 3 | 4 | 2 | 6 | 4 | 3 | 6 | 4 | 2 | 3 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует правило произведения вероятностей.

**Практическое задание №16**

1. Вероятность того, что ночью температура опустится ниже -10 градусов равна 0,6, а вероятность того, что пойдет снег – 0,8. Предполагается, что события эти независимы. Найти вероятность того, что ночью будет ниже -10 градусов и не будет идти снег
2. Найти моду, медиану и размах варьирования, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 3 | 5 | 3 | 5 | 2 | 3 | 6 | 3 | 4 | 2 | 5 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула размещения с повторением.

**Практическое задание №17**

1. В группе 25 студентов. Надо выбрать старосту и помощника старосты. Сколькими способами это можно сделать?
2. Найти моду, медиану и размах варьирования, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 8 | 5 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 2 | 5 | 2 | 5 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула перестановки без повторений.

**Практическое задание №18**

1. Вероятность того, что потребитель увидит рекламу определенного продукта в каталоге, равна 0.04. Вероятность того, что потребитель увидит рекламу того же продукта на рекламном стенде, равна 0.06. Предполагается, что оба события независимы. Чему равна вероятность того, что потребитель увидит только рекламу в каталоге?
2. Найти моду, медиану и размах варьирования, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 3 | 9 | 3 | 6 | 2 | 6 | 4 | 3 | 6 | 9 | 6 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула сочетания без повторений.

**Практическое задание №19**

1. Вероятность того, что потребитель увидит рекламу определенного продукта в каталоге, равна 0.04. Вероятность того, что потребитель увидит рекламу того же продукта на рекламном стенде, равна 0.06. Предполагается, что оба события независимы. Чему равна вероятность того, что потребитель увидит обе рекламы?
2. Построить дискретный вариационный рад, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 5 | 2 | 4 | 2 | 5 | 4 | 5 | 2 | 3 | 3 | 2 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула сочетания с повторением.

**Практическое задание №20**

1. Имеется 9 разных помидор и 5 разных огурцов. Сколько способов существует изготовить салат, если в него должно войти ровно 2 огурца и 3 помидора?
2. Построить дискретный вариационный рад, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 7 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула Байеса.

**Практическое задание №21**

1. Событие А происходит с вероятность 0.6. Событие Б происходит с вероятностью 0.7. Предполагается, что оба события независимы. Чему равна вероятность того, что произойдут оба события
2. Построить дискретный вариационный рад, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 9 | 2 | 6 | 2 | 7 | 4 | 4 | 2 | 6 | 3 | 2 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула размещения без повторений

**Практическое задание №22**

1. Из 8 белых гвоздик и 5 красных гвоздик нужно составить букет так, чтобы он состоял из 2 белых и 3 красных гвоздик. Сколькими способами можно это сделать?
2. Построить дискретный вариационный рад, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 5 | 7 | 4 | 12 | 5 | 4 | 5 | 6 | 3 | 13 | 2 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула полной вероятности.

**Практическое задание №23**

1. Два охотника независимо друг от друга стреляют в одну и ту же утку. Вероятность попадания в утку одного из них равна 0.6, а другого 0.7. Найти вероятность того, что утку пуля не настигнет
2. Построить дискретный вариационный рад, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 5 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 3 | 2 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула сочетания с повторением.

**Практическое задание № 24**

1. Группа туристов планирует посетить все музеи. Сколькими способами можно это сделать, если всего музеев 8?
2. Построить дискретный вариационный рад, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 5 | 2 | 4 | 8 | 5 | 5 | 5 | 3 | 9 | 3 | 2 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула Бернулли.

**Практическое задание № 25**

1. Два охотника независимо друг от друга стреляют в одну и ту же утку. Вероятность попадания в утку одного из них равна 0.6, а другого 0.7. Найти вероятность того, что в утку попадет только первый охотник
2. Построить дискретный вариационный рад, если в ходе эксперимента были получены следующие данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| pезультат | 5 | 12 | 4 | 7 | 5 | 8 | 5 | 2 | 3 | 3 | 2 |

1. Привести пример задачи, для которой соответствует формула размещения с повторением.

**Методические рекомендации к выполнению практических заданий**

Практические задания выполняются в соответствие с конспектом. Во время решения нельзя использовать никакую справочную литературу.

1. **ПЕРЕЧНЬ ПЕЧАТНЫХ ИЗДАНИЙ, ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДАНИЙ (ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ), ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Основные источники:

1. Спирина М. С. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. - 8 изд./ М. С. Спирина, П.А.Спирин. — М. : Издательский центр «Академия», 2017. — 352 с.
2. Спирина М. С. Теория вероятностей и математическая статистика. Сборник задач : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. - 8 изд./ М. С. Спирина, П.А.Спирин. — М. : Издательский центр «Академия», 2017. — 352 с.

Дополнительные источники:

1. Богомолов Н.В. Математика: учебник для ссузов/Н. В. Богомолов, П. И. Самойленко. - 8-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2012. - 395 с.

Интернет-ресурсы

1.http://de.ifmo.ru –Электронный учебник.

2.http://window.edu.ru – Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

3.www.gouspo.ru – Gouspo – Студенческий портал по математике.

4.http://www.mat.september.ru - Газета «Математика» «издательского дома» «Первое сентября».

5.http://www.mathematics.ru - Математика в Открытом колледже.

6.http://school.msu.ru - Консультационный центр по математике преподавателей и выпускников МГУ.

7.http://www.exponenta.ru - Образовательный математический сайт.

8.http://www.mathnet.ru - Общероссийский математический портал Math-Net.Ru.