

## Задачник по теории вероятностей и математической статистике

### Комбинаторика

1. Имеется 8 городов, каждый из которых соединен с каждым дорогой, не проходящей через остальные города. Найдите количество таких дорог.
2. Найдите число словарей, необходимых для непосредственного перевода с любого из четырех языков на любой другой.
3. Сколькими способами 5 человек могут встать в очередь друг за другом?
4. Сколько трехзначных чисел можно составить из цифр 1, 2, 3, 4, 5, если цифры в числе не повторяются?
5. Сколько трехзначных чисел можно составить из цифр 1, 2, 3, 4, 5, если цифры в числе могут повторяться?
6. Сколько пятизначных чисел можно составить из цифр 1, 2, 3, 4, 5, если нечетные и четные цифры в числе чередуются и не повторяются?
7. Найдите количество таких шестизначных чисел, которые начинаются с цифры 7, заканчиваются на 5, а все остальные их цифры различны и меньше 5.
8. На полке расставлены 5 книг, среди которых трехтомник. Сколько существует способов расстановки книг на полке? Найдите число различных расстановок, при условии, что а) эти 3 тома стоят рядом; б) тома стоят рядом и в порядке возрастания номеров.
9. Фотограф выстраивает в ряд трех мужчин и четырех женщин так, чтобы мужчины и женщины чередовались. Сколькими способами он может это сделать?
10. Бросают 7 монет. Найдите число различных случаев выпадения, если: а) только 3 монеты выпали гербом вверх; б) первая монета выпала гербом вверх; в) выпало не больше двух гербов.
11. Сколькими способами из группы спортсменов в 18 человек можно выбрать двоих участников соревнования?
12. Сколькими способами можно выбрать старосту и профорга в группе студентов из 24 человек?
13. Сколькими способами из группы в 24 человека можно выбрать трёх делегатов на конференцию?
14. Студент сдает в сессию 4 экзамена. Сколько существует различных комбинаций оценок, которые он может получить?
15. Сколько различных вариантов распределения оценок за контрольную работу может быть для трех студентов, если возможны оценки 2, 3, 4, 5?
16. Сколькими способами можно выбрать тройку, семерку, туза из колоды в 52 карты?
17. Сколько пятибуквенных слов можно составить из карточек, из которых составлено слово «цветы»?
18. Сколько шестибуквенных слов можно составить из карточек, из которых составлено слово «знания»?
19. Сколько шестибуквенных слов можно составить из карточек, из которых составлено слово «молоко»?
20. Сколько шестибуквенных слов можно составить из карточек, из которых составлено слово «ананас»?
21. В магазине «Все для чая» есть 5 разных чашек и 3 разных блюдца. Сколькими способами можно купить чашку с блюдцем?
22. Сколькими способами можно купить набор из трех пирожных, если в продаже имеются 4 сорта пирожных и пирожные в наборе могут повторяться?

- 23.** Сколькими способами можно покрасить пять елок в серебристый, зеленый и синий цвета, если количество краски неограниченно, а каждую елку красим только в один цвет?
- 24.** Есть пять шариков: красный, зеленый, желтый, синий и золотой. Сколькими способами можно украсить ими пять елок, если на каждую требуется надеть ровно один шарик?
- 25.** Сколько можно провести различных прямых через четыре точки, если никакие три из них не лежат на одной прямой? Сколько существует треугольников с вершинами в этих точках?
- 26.** Семь человек обменялись рукопожатиями и визитными карточками. Сколько было рукопожатий? Сколько при этом передано визитных карточек?
- 27.** Из лаборатории, в которой работают 18 человек, 4 сотрудника должны уехать в командировку. Сколько может быть различных составов этой группы, если начальник лаборатории, его заместитель и старший инженер одновременно уезжать не должны?
- 28.** Студенту нужно выбрать два факультативных курса из 6 возможных. Сколькими способами он может это сделать, если а) все курсы читаются в различные дни; б) два курса совпадают по времени, а остальные читаются в разное время?
- 29.** Группа из 15 студентов должна явиться на стадион для сдачи зачета в один из трех указанных дней. Сколькими способами студенты могут распределиться по дням явки на стадион? Сколько способов распределения студентов по дням, если в каждый день могут принять зачет только у 5 студентов?

*Классическая вероятность*

- 30.** Забыли 2 последние цифры семизначного телефонного номера. Какова вероятность набрать их правильно с первого раза, если помнят, что они нечетные и разные?
- 31.** Длины сторон прямоугольника выражаются однозначными натуральными числами, выбранными случайным образом. Какова вероятность, что его площадь выражается нечетным числом?
- 32.** Куб, все грани которого окрашены, распилен на 64 одинаковых кубика. Какова вероятность, что у случайно выбранного кубика есть окрашенная грань?
- 33.** Куб, все грани которого окрашены, распилен на 64 одинаковых кубиков. Какова вероятность того, что у случайно выбранного кубика ровно две окрашенные грани?
- 34.** Какова вероятность, что при двух бросаниях игральной кости в сумме выпадет: а) ровно 6 очков; б) не менее 3 очков; в) произведение выпавших очков равно 12, а сумма равна 7?
- 35.** Какова вероятность, что при двух бросаниях игральной кости выпадет: а) две «шестерки»; б) ровно одна «шестерка»; в) произведение выпавших очков будет равно 5?
- 36.** Слово «лотос» разрезали по буквам на карточки и перемешали их. Затем взяли 4 карточки одну за другой и выложили слева направо. Какова вероятность того, что получится слово «стол»?
- 37.** Трое мужчин и четыре женщины случайным образом выстраиваются в ряд для фотографирования. Какова вероятность того, что мужчины и женщины будут чередоваться?
- 38.** Числа 3, 5, 7, 13, 17, 19, 23 написаны на листах бумаги, которые переворачивают и перемешивают. Затем открывают 2 листа и записывают число, указанное на первом листе, в числитель дроби, на втором – в знаменатель. Какова вероятность, что эта дробь будет правильной?
- 39.** К Новому году четверем малышам были приготовлены подарки. Дед Мороз перепутал подарки и вручил их случайным образом. Какова вероятность того, что каждый ребенок получит свой подарок?

- 40.** Магазин принимает партию из 10 единиц товара. Если при проверке трех из них, выбранных наугад, все они окажутся исправными, партия принимается. Какова вероятность того, что магазин примет партию, в которой 4 неисправных единицы товара?
- 41.** Двенадцать мест стоянки расположены в ряд. На стоянке случайным образом размещены 8 автомобилей. Какова вероятность того, что: а) четыре пустых места следуют одно за другим; б) три пустых места следуют одно за другим?
- 42.** Найдите вероятность того, что дни рождения 12 человек придутся на разные месяцы.
- 43.** Из 15 человек отбирают двоих. Какова вероятность того, что: а) это будут два определенных человека; б) ни один из них не будет отобран?
- 44.** В коробке шесть одинаковых, занумерованных кубиков. Наудачу по одному извлекают все кубики. Найдите вероятность того, что номера извлеченных кубиков появятся в возрастающем порядке.
- 45.** При перевозке товара, состоящего из 15 изделий типа «А» и 16 изделий типа «Б», было повреждено 2 изделия. Какова вероятность того, что были повреждены изделия: а) одного типа; б) разных типов?
- 46.** В урне лежат 7 белых и 2 черных шара. Наугад вынимают 2 шара. Какова вероятность, что они белые?
- 47.** В урне лежат 4 белых и 3 черных шара. Наугад вынимают 2 шара. Какова вероятность, что они черные?
- 48.** В урне лежат 5 белых и 3 черных шара. Наугад вынимают 2 шара. Какова вероятность, что они разных цветов?
- 49.** Студент из 20 вопросов к экзамену усвоил 14. Какова вероятность, что он знает оба из доставшихся ему вопросов?
- 50.** Студент выучил из 40 вопросов 30. В билете 2 вопроса. Какова вероятность того, что: а) студент знает оба вопроса из билета; б) студент знает только один вопрос из билета?
- 51.** В группе из 5 юношей и 3 девушек по жребию разыгрываются 2 билета в кино. Какова вероятность, что билеты достанутся юноше и девушке?
- 52.** Из колоды в 36 карты случайным образом выбраны 3 карты. Какова вероятность, что они пиковой масти?
- 53.** Из колоды в 36 карт случайным образом выбраны 3 карты. Какова вероятность того, что это тузы?
- 54.** В партии из 30 изделий 5 бракованных. Из партии выбирается наугад шесть изделий. Определите вероятность того, что среди них ровно два окажутся бракованными.
- 55.** В группе 12 студентов, среди которых 8 отличников. По списку наудачу отобрано 9 студентов. Найдите вероятность того, что среди отобранных студентов пять отличников.
- 56.** Из трёх переводчиков, пяти деканов и шести научных сотрудников необходимо сформировать делегацию из 7 человек. Какова вероятность того, что в делегацию войдут все научные сотрудники и один переводчик?
- 57.** В шкафу 10 пар ботинок. Из них наугад выбирают 4 ботинка. Какова вероятность, что среди них отсутствуют парные?
- 58.** В лифт семиэтажного дома на первом этаже вошли 3 человека. Каждый из них случайным образом может выйти на любом из этажей, начиная со второго. Найдите вероятность того, что: а) все выйдут на третьем этаже; б) все выйдут на одном этаже; в) все выйдут на разных этажах.
- 59.** Восемь человек рассаживаются в ряд за круглым столом. Найдите вероятность того, что два определенных человека будут сидеть рядом.

### *Геометрическая вероятность*

- 60.** После бури на участке между 40-м и 70-м километрами телефонной линии произошел обрыв провода. Какова вероятность того, что он произошел между 50-м и 55-м километрами линии?
- 61.** В квадрат со стороной 1 случайным образом брошена точка, положение которой равновозможно в любом месте квадрата. Какова вероятность, что расстояние от нее до центра квадрата не больше 0,5?
- 62.** В круг радиуса 1 случайным образом брошена точка, положение которой равновозможно в любом месте круга. Какова вероятность, что расстояние от нее до центра круга не больше 0,5?
- 63.** В прямоугольник со сторонами 1 и 2 случайным образом брошена точка, положение которой равновозможно в любом месте прямоугольника. Какова вероятность, что расстояние от нее до выделенной вершины прямоугольника не больше 1?
- 64.** В куб с ребром 1 случайным образом брошена точка, положение которой равновозможно в любом месте куба. Какова вероятность, что расстояние от нее до выделенной вершины куба меньше 0,5?
- 65.** Большая перемена длится 30 минут. Миша и Катя приходят в кафе в любой момент времени в течение перемены независимо друг от друга и находятся там примерно 10 минут. Найдите вероятность того, что они встретятся.
- 66.** Две грузовые машины могут подойти на погрузку в промежуток времени от 19.00 до 20.00. Погрузка первой машины длится 10 минут, второй – 15 минут. Какова вероятность того, что одной машине не придется ждать окончания погрузки другой?

### *Теоремы сложения и умножения*

- 67.** Два стрелка одновременно стреляют по мишени. Вероятности попадания для них равны соответственно 0,4 и 0,5. Какова вероятность: а) ровно одного попадания; б) хотя бы одного попадания?
- 68.** Имеется два ящика, в каждом по 10 деталей; в первом ящике 8, во втором – 7 стандартных деталей. Из каждого ящика наугад вынимают по одной детали. Какова вероятность того, что они обе стандартные?
- 69.** Имеется два ящика, в каждом из которых по 10 деталей; в первом ящике 8, во втором – 7 стандартных деталей. Из первого ящика наугад вынимают две детали, из второго – одну деталь. Какова вероятность того, что ровно две из трёх деталей стандартные?
- 70.** Слово «ананас» составлено из букв разрезной азбуки. Карточки с буквами перемешивают, из них случайным образом берут по очереди 3 карточки и выкладывают в ряд. Какова вероятность того, что из них образуется слово «сан»?
- 71.** Из карточек с буквами составлено слово «колокол». Карточки перемешиваются, из них случайным образом отбирают 4 и выкладываются в ряд. Какова вероятность того, что они образуют слово «клок»?
- 72.** В урне 3 белых и 5 черных шаров. По очереди вынимают 2 шара без возвращения. Какова вероятность того, что первый шар белый, а второй черный?
- 73.** Жюри состоит из трёх судей. Первый и второй судьи принимают правильное решение независимо друг от друга с вероятностью 0,9, а третий судья для принятия решения бросает монетку. Окончательное решение жюри принимает по большинству голосов. Какова вероятность того, что жюри примет правильное решение?
- 74.** Двадцать экзаменационных билетов содержат по два неповторяющихся вопроса. Экзаменуемый знает ответы на 35 вопросов. Найдите вероятность того, что экзамен будет

сдан, если для этого достаточно ответить на два вопроса одного билета или на один вопрос билета и на один дополнительный вопрос из другого билета.

**75.** Имеется 10 ключей, из которых только один подходит к двери. Ключи пробуют подряд. Какова вероятность того, что годный ключ попадет на четвертом шаге?

**76.** В коробке пять карандашей, три из них цветные. Извлекают по очереди три карандаша, не возвращая их обратно. Найдите вероятность того, что только первый и третий из вынутых карандашей будут цветными.

**77.** В одном ящике 5 белых и 10 красных шаров, в другом ящике 10 белых и 5 красных шаров. Найдите вероятность того, что хотя бы из одного ящика будет вынут белый шар, если из каждого ящика вынута по одному шару.

**78.** На полке в библиотеке в случайном порядке расставлены 15 учебников, причем пять из них в переплете. Библиотекарь берет три учебника. Найдите вероятность того, что хотя бы один из взятых учебников окажется в переплете.

**79.** Вероятность хотя бы одного попадания при двух выстрелах равна 0,96. Найдите вероятность трех попаданий при четырех выстрелах.

**80.** Для сигнализации об аварии установлены два независимо работающих сигнализатора. Вероятность того, что при аварии сигнализатор сработает, равна 0,95 для первого сигнализатора и 0,9 для второго. Найдите вероятность того, что при аварии сработает только один сигнализатор.

**81.** Среди 100 лотерейных билетов 5 выигрышных. Найдите вероятность того, что два наудачу выбранные билета окажутся выигрышными.

**82.** Отдел контроля проверяет изделия на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно, равна 0,9. Найдите вероятность того, что из двух проверенных изделий только одно стандартное.

**83.** Из партии изделий товаровед отбирает изделия высшего сорта. Вероятность того, что наудачу взятое изделие окажется высшего сорта, равна 0,8. Найдите вероятность того, что из трех проверенных изделий только два изделия высшего сорта.

**84.** Вероятность того, что в сентябре день будет дождливым, равна  $p = 0,7$ . Найдите вероятность того, что из двух случайно взятых дней ровно один день будет ясным.

**85.** У сборщика имеется 3 конусных и 7 эллиптических валиков. Сборщик взял один валик, а затем второй. Найдите вероятность того, что первый из взятых валиков – конусный, а второй – эллиптический.

**86.** Имеется 3 ящика, содержащих по 10 деталей. В первом ящике 8, во втором ящике 7 и в третьем 9 стандартных деталей. Из каждого ящика наудачу вынимают по одной детали. Найдите вероятность того, что все три вынутые детали окажутся стандартными.

**87.** Вероятности попадания в цель при стрельбе из трех орудий составляют  $p_1 = 0,8$ ,  $p_2 = 0,7$ ,  $p_3 = 0,9$ . Найдите вероятность хотя бы одного попадания при одном залпе из всех орудий.

**88.** Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,4; третий – 0,8. Найдите вероятность того, что студентом будут сданы: а) только второй экзамен; б) только один экзамен; в) три экзамена; г) по крайней мере два экзамена; д) хотя бы один экзамен.

**89.** Слово «математика» составлено из букв разрезной азбуки. Карточки с буквами перемешивают, из них случайным образом берут по очереди 4 карточки и выкладывают в ряд. Какова вероятность того, что из них образуется слово «тема»?

**90.** В шкаф поставили 9 однотипных приборов. Для проведения опыта наугад берут 3 прибора, после работы их возвращают в шкаф. На вид прибор, побывавший в употреб-

лении, не отличается от нового. Какова вероятность того, что после проведения трех опытов в шкафу не останется новых приборов?

**91.** Два игрока поочередно извлекают шары без возвращения из ящика, содержащего 2 белых шара, 4 черных и 1 красный шар. Выигрывает тот, кто первым вынет белый шар. Если появится красный шар, то объявляется ничья. Какова вероятность, что выиграет первый игрок?

**92.** Абонент забыл последнюю цифру номера телефона и поэтому набирает ее наугад. Какова вероятность того, что ему придется звонить не более чем в 3 места?

**93.** Вероятность попадания одним выстрелом равна 0,2. Стреляют до первого попадания. Какова вероятность того, что будет произведено 5 выстрелов?

**94.** Вероятность брака на первой операции 0,02, на второй – 0,03 и на третьей – 0,04. Какова вероятность того, что после выполнения трех операций изделие будет без брака?

**95.** Для получения кредита предприниматель обратился в 3 банка. Вероятность выделения кредитов этими банками соответственно равны 0,5; 0,9 и 0,4. Банки выдают кредит независимо друг от друга и если примут решение о его выделении, то в размере: первый банк – 160 тыс. рублей, второй – 40 тысяч рублей, третий – 200 тысяч рублей. Найдите вероятность того, что предприниматель получит кредит в размере: а) 200 тысяч рублей; б) не менее 240 тысяч рублей?

*Формула полной вероятности и формула Байеса*

**96.** На технический контроль качества предъявляется партия из 1000 деталей, в которой 200 деталей изготовлено на заводе А, 300 деталей – на заводе В, остальные – на заводе С. Доля брака зависит от завода-изготовителя и составляет для завода А и В 15%, а для завода С – 30%. Найдите вероятность того, что наудачу извлеченная деталь окажется отличного качества.

**97.** В первой коробке 3 белых и 4 черных шара, во второй – 5 белых и 2 черных. Из первой коробки во вторую случайным образом переложили один шар, перемешали и извлекли шар из второй коробки. Какова вероятность того, что он белый?

**98.** В коробку, содержащую два шара, опущен белый шар, после этого из нее наудачу извлечен один шар. Найдите вероятность того, что извлеченный шар окажется белым, если равновозможны все предположения о первоначальном составе шаров.

**99.** В пирамиде пять винтовок, три из которых снабжены оптическим прицелом. Вероятность того, что стрелок поразит мишень при выстреле из винтовки с оптическим прицелом, равна 0,95; для винтовки без оптического прицела эта вероятность равна 0,7. Найдите вероятность того, что мишень будет поражена, если стрелок произведет один выстрел из наудачу взятой винтовки.

**100.** Вероятность того, что во время работы ЭВМ произойдет сбой в процессоре, в памяти, в остальных устройствах, относятся как 3:2:5. Вероятности обнаружения сбоя в процессоре, в памяти и в остальных устройствах соответственно равны 0,8; 0,9; 0,2. Найдите вероятность того, что возникший в ЭВМ сбой будет обнаружен.

**101.** Имеются 2 одинаковых ящика с шарами. В первом ящике 2 белых и 1 черный шар, во втором – 1 белый и 4 черных шара. Наудачу выбирают один ящик и вынимают из него 1 шар. Какова вероятность, что вынутый шар окажется белым?

**102.** Из 10 частных банков, работающих в городе, нарушения в уплате налогов имеются в 6 банках. Налоговая инспекция проводит проверку трех банков, выбирая их случайным образом. Допущенные в проверяемом банке нарушения могут быть выявлены с вероятностью 0,8. Какова вероятность того, что в ходе проверки будет установлен факт наличия среди банков города таких, которые допускают нарушения в плате налогов?

**103.** При переливании крови надо учитывать группы донора и больного. Человеку, имеющему четвертую группу крови можно переливать кровь любой группы; человеку со второй или третьей можно перелить кровь либо той же группы, либо первой; человеку с первой – только с первой. Среди населения 33,7% имеют первую, 37,5% – вторую, 20,9% – третью и 7,9% – четвертую группу крови. Найти вероятность того, что случайно выбранному больному можно перелить кровь случайно выбранного донора.

**104.** Вероятность попадания по цели первым снарядом равна 0,4, вторым – 0,5 и третьим – 0,6. Если попал один снаряд, то вероятность того, что цель будет разрушена, равна 0,3. Если попали два снаряда – то 0,6, а если попали все три снаряда, то цель будет разрушена наверняка. Какова вероятность того, что цель будет разрушена?

**105.** Из 50 деталей 18 изготовлены в первом цехе, 20 – во втором, остальные – в третьем. Первый и третий цеха дают продукцию отличного качества с вероятностью 0,9, второй – с вероятностью 0,6. Взятая деталь оказалась отличного качества. Какова вероятность того, что деталь изготовлена во втором цехе?

**106.** У рыбака имеется три излюбленных места для ловли рыбы, которые он посещает с равной вероятностью каждое. Если он закидывает удочку в первом месте, рыба клюет с вероятностью 0,6; во втором месте – с вероятностью 0,9; в третьем – с вероятностью 0,7. Рыбак, выйдя на ловлю рыбы, закинул удочку, и рыба клюнула. Найдите вероятность того, что он удил рыбу в первом месте.

**107.** Пассажир может обратиться за билетом в одну из трех касс. Вероятности обращения в каждую кассу зависят от их места расположения и равны соответственно 0,3, 0,6 и 0,1. Вероятность того, что к моменту прихода пассажира имеющиеся в кассе билеты будут распроданы, равна для первой кассы 0,4, для второй 0,6, для третьей 0,2. Пассажир направился за билетом в одну из касс и приобрел билет. Найдите вероятность того, что это была третья касса.

**108.** Врач после осмотра больного врач считает, что возможно одно из двух заболеваний, А или Б. Причем степень своей уверенности в отношении правильности диагноза он оценивает как 40% и 60% соответственно. Для уточнения диагноза больного направляют на анализ, исход которого дает положительную реакцию при заболевании А в 90% случаев, и при Б – в 20% случаев. Анализ дал положительную реакцию. Как изменится мнение врача после этого?

**109.** На контроль поступают одинаковые блюда, изготовленные двумя поварами. Производительность первого повара вдвое больше, чем второго. Процент брака у первого повара составляет 0,8, а у второго – 0,6. Проверяемое блюдо не удовлетворяет требованиям стандарта. Какова вероятность, что оно изготовлено вторым поваром?

**110.** В схеме последовательно соединены 3 лампы. Вероятности того, что одна из них перегорит, равны соответственно 0,1; 0,3 и 0,4. После многочисленных испытаний две лампы перегорели. Найдите вероятность того, что перегорела вторая лампа.

**111.** Из ящика, содержащего 3 белых и 2 черных шара, отобрали 2 шара. Шар, взятый наудачу из этих двух, оказался белым. Какова вероятность того, что и второй шар тоже будет белым?

**112.** Имеются три партии деталей по 10 деталей в каждой. Число стандартных деталей в первой, второй и третьей партиях соответственно равно 10, 5, 1. Из наудачу выбранной партии наудачу извлечена деталь. Найдите вероятность того, что деталь оказалась стандартной. Если известно, что деталь оказалась стандартной, то какова вероятность того, что деталь была извлечена из третьей партии?

**113.** Трое сотрудников фирмы выдают соответственно 30%, 50% и 20% всех изделий, производимых фирмой. У первого брак составляет 2%, у второго – 5%, у третьего – 1%. Найдите вероятность того, что: а) случайно выбранное изделие фирмы дефектно; б) случайно выбранное дефектное изделие сделано соответственно первым, вторым и третьим сотрудником фирмы.

*Повторные независимые испытания*

**114.** В ходе проверки строительной компании аудитор случайным образом отбирает пять счетов. Если 3% счетов содержат ошибки, чему равна вероятность того, что аудитор найдет следующее: а) только один счет будет с ошибкой; б) хотя бы один счет будет с ошибкой?

**115.** Произведено 4 независимых выстрела по цели. Вероятность попадания для каждого равна 0,2. Для разрушения достаточно двух попаданий. Какова вероятность, что цель будет разрушена?

**116.** Монету бросают пять раз. Найдите вероятность того, что «герб» выпадет: а) менее двух раз, б) не менее двух раз.

**117.** Вероятность получения удачного результата при производстве сложного химического опыта равна  $\frac{2}{3}$ . Найдите наименьшее число удачных опытов, если общее их количество равно 7. Какова вероятность такого числа удачных опытов?

**118.** Что вероятнее: выиграть у равноценного противника 3 партии из 4, или 5 из 6?

**119.** Игральная кость бросается 16 раз. Найдите наименьшее число появлений числа очков, кратного трем и вероятность такого числа очков.

**120.** На факультете 731 студент. Вероятность рождения студента в данный день равна  $\frac{1}{365}$ . Найдите наиболее вероятное число студентов, родившихся 1 января, и вероятность того, что найдутся три студента, родившихся 1 января.

**121.** Вероятность попадания в цель при каждом выстреле равна 0,001. Найдите вероятность попадания в цель двух пуль и более, если число выстрелов равно 5000.

**122.** Магазин получил 1000 бутылок минеральной воды. Вероятность того, что при перевозке бутылка окажется разбитой, равна 0,003. Найдите вероятность того, что магазин получит разбитых бутылок: а) ровно две; б) менее двух; в) более двух; г) хотя бы одну.

**123.** Рыбак забросил спиннинг 100 раз. Какова вероятность того, что он поймал хотя бы одну рыбу, если одна рыба приходится в среднем на 200 забрасываний?

**124.** В некотором объединении имеется 16200 станков определенной марки. Известно, что в течение года в среднем у одной трети станков выходит из строя некоторая деталь. Было изготовлено 5400 деталей для замены. Какова вероятность, что этого количества деталей достаточно для обеспечения непрерывной работы в течение года?

**125.** Найдите вероятность того, что событие  $A$  наступит 1400 раз в 2400 испытаниях, если вероятность появления этого события в каждом испытании равна 0,6.

**126.** Вероятность появления успеха в каждом испытании равна 0,25. Какова вероятность, что при 300 испытаниях успех наступит: а) ровно 75 раз, б) ровно 85 раз?

**127.** 70% джинсов окрашиваются в голубой цвет. Какова вероятность того, что среди 600 пар брюк число брюк голубого цвета окажется от 320 до 400?

**128.** На каждые 30 компакт-дисков приходится в среднем 6 с дефектами. Какова вероятность того, что из 1000 дисков, взятых наудачу, будет более 810 без дефектов?

**129.** Всхожесть семян данного растения равна 0,9. Найдите вероятность того, что из 900 посаженных семян число проросших будет заключено между 790 и 830.

**130.** Какова вероятность того, что в столбике из 100 наугад отобранных монет число монет, расположенных «гербом» вверх, будет от 45 до 55?

**131.** В камере хранения ручного багажа 80% всей клади составляют чемоданы, которые вперемешку с другими вещами хранятся на стеллажах. Через окно выдачи были получены все вещи одного стеллажа в количестве 50 мест. Найдите вероятность того, что среди выданных вещей было ровно 38 чемоданов.

**132.** На склад поступает продукция трех фабрик. Причем изделия первой фабрики на складе составляют 30%, второй – 32%. Продукция первой фабрики содержит 60% изделий высшего сорта, второй – 25%, третьей – 50%. Найдите вероятность того, что среди 300 взятых наугад изделий, число изделий высшего сорта будет заключено между 130 и 170.

**133.** Известно, что в среднем 60% всего числа изготавливаемых заводом телефонных аппаратов является продукцией первого сорта. Чему равна вероятность того, что в изготовленной партии окажется: а) 6 аппаратов первого сорта, если партия содержит 10 аппаратов; б) 120 аппаратов первого сорта, если партия содержит 200 аппаратов?

**134.** Если в среднем левши составляют 1%, каковы шансы на то, что среди 200 человек окажется ровно четверо левшей?

**135.** В страховом обществе застрахованы 10000 лиц одного возраста и одной социальной группы. Вероятность наступления страхового случая в течение года для каждого лица равна 0,006. Каждый застрахованный вносит 1 января 12 руб. страховых, и в случае наступления страхового случая он получает от общества 1000 руб. Найти вероятность того, что: а) общество потерпит убыток; б) общество получит прибыль не меньше 40 000, 60 000, 80 000 руб.

**136.** Найдите такое число  $k$ , чтобы с вероятностью, приблизительно равной 0,9, можно было утверждать, что число мальчиков среди 900 новорожденных больше  $k$ , если вероятность рождения мальчика равна 0,515.

**137.** Сколько нужно взять деталей, чтобы наивероятнейшее число годных было равно 25, если вероятность того, что деталь бракованная, равна 0,13?

**138.** Сколько нужно взять деталей, чтобы наивероятнейшее число годных было равно 50, если вероятность того, что деталь бракованная, равна 0,1?

**139.** Вероятность выигрыша на один лотерейный билет равна 0,01. Сколько нужно купить билетов, чтобы вероятность хотя бы одного выигрыша была не менее 0,5?

#### *Дискретные случайные величины*

Составьте ряд распределения случайной величины  $X$ .

**140.** Бросаются 2 игральные кости.  $X$  – сумма очков, выпавших на верхних гранях этих костей.

**141.** В партии из 7 изделий 3 бракованных. Наудачу выбирают 5 изделий.  $X$  – число стандартных изделий среди выбранных.

**142.** Стрелок делает выстрелы до первого попадания в цель. Вероятность попадания – 0,8. Стрелку выдано 4 патрона.  $X$  – число истраченных патронов.

**143.** Экзаменатор задаёт студенту вопросы. Как только студент ответит на заданный вопрос, экзамен оканчивается. Вероятность ответить на один заданный вопрос для данного студента равна 0,7.  $X$  – число заданных вопросов.

**144.** Вероятность сбоя одного компьютера в вычислительном центре в течение дня равна 0,2.  $X$  – число компьютеров, на которых произошёл сбой в течение дня, если общее количество компьютеров равно 5.

**145.** Из ящика, в котором 3 белых и два чёрных шара вынимают по очереди три шара, не возвращая их обратно.  $X$  – количество белых шаров среди вынутых.

- 146.** Из ящика, в котором 3 белых и два чёрных шара вынимают по очереди три шара, возвращая их обратно.  $X$  – количество белых шаров среди вынутых.
- 147.** Два стрелка независимо друг от друга делают по одному выстрелу по мишени. Вероятность попадания в мишень для первого стрелка 0,7, для второго – 0,6.  $X$  – общее число попаданий в мишень.
- 148.** Вероятность получения кредита в размере 50 т.р. в первом банке равна 0,6, в размере 40 т.р. во втором банке – 0,7.  $X$  – размер полученного кредита.
- 149.** Один билет лотереи стоит 100 рублей. Всего продаётся 1000 билетов. На один билет приходится выигрыш в 20000 рублей, на два билета – по 250 руб., на пять билетов – по 100 руб.  $X$  – размер чистого выигрыша на один купленный билет.
- 150.** В магазин поступила обувь с двух фабрик в соотношении 2:3. Куплено 4 пары обуви.  $X$  – число купленных пар обуви, изготовленных первой фабрикой.
- 151.** Проводится проверка большой партии деталей до обнаружения бракованной (без ограничения числа проверенных деталей). Вероятность брака для каждой детали равна 0,1.  $X$  – число проверенных деталей.
- 152.** Магазин получает товар от трех независимо работающих фирм. Вероятность поставки товара от первой фирмы равна 0,3; от второй – 0,4; от третьей – 0,6.  $X$  – число полученных поставок.
- 153.** В магазине имеются 20 телевизоров, из них 7 имеют дефекты.  $X$  – число телевизоров с дефектами среди выбранных наудачу двух.
- 154.** На заводе работают четыре автоматические линии. Вероятность того, что в течение смены первая линия не потребует регулировки, равна 0,9; вторая – 0,8; третья – 0,75; четвертая – 0,7.  $X$  – число линий, которые в течение смены не потребуют регулировки.
- 155.** Среди поступивших в ремонт 10 часов 6 нуждаются в общей чистке механизма. Часы не рассортированы. Мастер, желая найти часы, нуждающиеся в общей чистке механизма, осматривает их подряд. Найдя такие часы, он прекращает осмотр.  $X$  – количество проверенных часов.
- 156.** Два равносильных шахматиста играют 4 партии.  $X$  – число выигранных первым шахматистом партий.
- 157.** Студент знает 20 вопросов из 30. В билете 3 вопроса.  $X$  – число известных студенту вопросов в билете.
- 158.** Найдите математические ожидания и дисперсии случайных величин из задач №№140–157.

**159.** Дан ряд распределения случайной величины  $X$  :

а)	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"><math>X</math></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">2</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">5</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"><math>P</math></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0,3</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0,5</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0,2</td> </tr> </table>	$X$	1	2	5	$P$	0,3	0,5	0,2
$X$	1	2	5						
$P$	0,3	0,5	0,2						

б)	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"><math>X</math></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">-2</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">3</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">4</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">6</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"><math>P</math></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0,1</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0,4</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0,3</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0,2</td> </tr> </table>	$X$	-2	3	4	6	$P$	0,1	0,4	0,3	0,2
$X$	-2	3	4	6							
$P$	0,1	0,4	0,3	0,2							

Постройте график функции распределения. Найдите математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение  $X$ .

**160.** Составьте ряд распределения, вычислите математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины, если дана ее функция распределения:

$$\text{а) } F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1, \\ 0,3 & \text{при } -1 < x \leq 1, \\ 0,5 & \text{при } 1 < x \leq 4, \\ 0,9 & \text{при } 4 < x \leq 7, \\ 1 & \text{при } x > 7; \end{cases}$$

$$\text{б) } F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -2, \\ 0,2 & \text{при } -2 < x \leq 0, \\ 0,8 & \text{при } 0 < x \leq 3, \\ 1 & \text{при } x > 3. \end{cases}$$

161. Ряд распределения случайной величины имеет вид

$X$	$x$	$2x$	$4$
$P$	$0,1$	$0,2$	$p$

Найдите значения  $p$  и  $x$ , если известно, что  $M(X) = 3,3$ .

162. Ряд распределения случайной величины имеет вид ( $x_2 > x_1$ )

$X$	$x_1$	$3$	$x_2$
$P$	$0,2$	$0,4$	$p$

Найдите значения  $p$ ,  $x_1$  и  $x_2$ , если известно, что  $M(X) = 3,2$ ,  $D(X) = 3,36$ .

163. Дискретная случайная величина  $X$  принимает только два возможных значения:  $x_1$  и  $x_2$ , причем  $x_1 < x_2$ . Вероятность того, что  $X$  примет значение  $x_1$ , равно  $0,2$ . Найдите закон распределения  $X$ , зная математическое ожидание  $M(X) = 2,6$  и среднее квадратическое отклонение  $\sigma(X) = 0,8$ .

164. На двух автоматических станках производятся одинаковые изделия. Даны законы распределения числа бракованных изделий, производимых в течение смены на каждом из них  $X$  и  $Y$ :

$X$	$0$	$1$	$2$
$P$	$0,1$	$0,6$	$0,3$

$Y$	$0$	$2$
$P$	$0,5$	$0,5$

а) Составьте закон распределения случайной величины  $Z$  – числа производимых в течение смены бракованных изделий обоими станками; б) вычислите математическое ожидание  $Z$  двумя способами: непосредственно и по свойствам математического ожидания; в) вычислите дисперсию  $Z$  двумя способами: непосредственно и по свойствам.

165. Одна из случайных величин задана законом распределения:

$X$	$-1$	$0$	$1$
$P$	$0,1$	$0,8$	$0,1$

Другая имеет биномиальное распределение с параметрами  $n = 2$ ,  $p = 0,6$ . Составьте закон распределения их суммы  $Z$ . Найдите математическое ожидание и дисперсию  $Z$  двумя способами: непосредственно и по свойствам числовых характеристик.

166. Пусть  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  – случайные величины:  $X$  – выручка фирмы,  $Y$  – ее затраты,  $Z = X - Y$  – прибыль. Найдите закон распределения прибыли, если затраты и выручка независимы и заданы законами распределения:

$X$	$3$	$4$	$5$
$P$	$0,2$	$0,7$	$0,1$

$Y$	$1$	$2$
$P$	$0,5$	$0,5$

Найдите среднюю ожидаемую прибыль фирмы.

167. Пусть  $X$  – выручка фирмы в долларах. Найдите закон распределения выручки в рублях  $Z = X \cdot Y$  в пересчете по курсу доллара  $Y$ , если выручка  $X$  не зависит от курса  $Y$ , а распределения  $X$  и  $Y$  имеют вид:

$X$	$1000$	$2000$
$P$	$0,7$	$0,3$

$Y$	$25$	$27$
$P$	$0,4$	$0,6$

168. Сделано два высокорисковых вклада: 10 тыс. руб. в компанию А и 15 тыс. руб. в компанию В. Компания А обещает 50% годовых, но может разориться с вероятностью 0,2. Компания В обещает 40% годовых, но может разориться с вероятностью 0,15. Составьте закон распределения случайной величины – общей суммы прибыли (убытка) и найдите ее математическое ожидание.

**169.** Плотность вероятности непрерывной случайной величины  $X$  задана формулой:

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

Найдите значение параметра  $a$ , функцию распределения

$F(x)$ , числовые характеристики. Постройте графики функции распределения и функции плотности.

**170.** Плотность вероятности непрерывной случайной величины  $X$  задана формулой

$$f(x) = \begin{cases} a(x^2 - 3x) & \text{при } 2 \leq x \leq 3, \\ 0 & \text{при } x < 2 \text{ и } x > 3. \end{cases}$$

Найдите значение параметра  $a$ , числовые характеристики и вероятность попадания в интервал  $(\alpha; \beta)$ , если: а)  $\alpha = 2,5, \beta = 3$ ; б)  $\alpha = 0, \beta = 2,5$ .

**171.** Плотность вероятности непрерывной случайной величины  $X$  задана формулой

$$f(x) = a \cos x, \text{ если } |x| \leq \frac{\pi}{2}. \text{ Найдите значение параметра } a, M(X) \text{ и } D(X).$$

**172.** Плотность вероятности непрерывной случайной величины  $X$  задана формулой

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ a(3x + 1), & 0 < x \leq 1/3, \\ 0, & x > 1/3. \end{cases}$$

Найдите значение параметра  $a, M(X)$  и  $D(X)$ .

**173.** Случайная величина  $X$  задана функцией распределения  $F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 0, \\ ax^2, & \text{если } 0 < x \leq 1, \\ 1, & \text{если } x > 1. \end{cases}$

Найдите  $a, f(x), P(X = 0,5), P(X < 0,5), P(0,5 \leq X \leq 1), M(X)$  и  $D(X)$ .

**174.** Найдите числовые характеристики случайной величины  $X$ , заданной функцией

$$\text{распределения } F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 3, \\ \frac{x^2 - x - 6}{6}, & \text{если } 3 < x \leq 4, \\ 1, & \text{если } x > 4. \end{cases}$$

**175.** Случайная величина распределена по равномерному закону на отрезке  $[-2; 4]$ . Найдите вероятности попадания в интервалы: а)  $[2; 3]$ ; б)  $[-3; 4]$ ; в)  $[0; 0,5]$ ; г)  $[-0,5; 5]$ .

**176.** Автобусы некоторого маршрута идут строго по расписанию. Интервал движения 5 мин. Найдите вероятность того, что пассажир, подошедший к остановке, будет ожидать очередной автобус менее 3 мин. Найдите среднее время ожидания и среднее квадратическое отклонение времени ожидания.

**177.** Цена деления шкалы измерительного прибора равна 0,2. Показания прибора округляют до ближайшего целого деления. Найдите вероятность того, что при отсчете будет сделана ошибка: а) меньшая 0,04; б) большая 0,05.

**178.** Случайная величина  $X$  распределена по показательному закону с  $\lambda = 0,3$ . Вычислите вероятность ее попадания в интервал  $(1; 2)$ .

**179.** Длительность времени безотказной работы элемента имеет показательное распределение. Среднее время безотказной работы составляет 30 часов. Найдите вероятность того, что за время длительностью 120 часов: а) прибор откажет; б) прибор не откажет.

**180.** Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение нормально распределённой случайной величины  $X$  соответственно равны 20 и 5. Написать плотность вероятности  $X$ , функцию распределения  $X$  и найдите вероятность того, что  $X$  примет значение, заключённое в интервале (15, 25).

**181.** Диаметр детали, изготавливаемой на автомате, распределен нормально с математическим ожиданием 15 см и средним квадратическим отклонением 0,4 см. Определите вероятность того, что диаметр: а) не меньше, чем 14 см; б) заключен в интервале от 14,5 до 15,4 см.

**182.** Случайная величина  $X$  (ошибка измерительного прибора) распределена по нормальному закону с дисперсией 25 мм<sup>2</sup>. Систематическая ошибка прибора отсутствует. Найдите вероятность того, что при четырех независимых измерениях ошибка измерительного прибора ровно три раза окажется в интервале 0,1–4,1 мм.

**183.** Средняя масса шоколадных конфет, выпускаемых в коробках кондитерской фабрикой, равна 200 г, среднее квадратическое отклонение 5 г. Считая массу конфет нормально распределенной случайной величиной, найдите вероятность того, что масса коробки конфет заключена в пределах от 196 г до 207 г. Найдите вероятность того, что ровно 5 коробок из 7 проданных имеют массу менее 200 г.

**184.** Текущая цена акции может быть смоделирована с помощью нормального закона распределения с математическим ожиданием 15 ден. ед. и средним квадратическим отклонением 0,2 ден. ед. Найдите вероятность того, что цена акции а) не выше 15,3 ден. ед.; б) не ниже 15,4 ден. ед.; в) от 14,9 до 15,3 ден. ед. С помощью правила «трёх сигм» найдите границы, в которых будет находиться текущая цена акции.

**185.** Коробки с конфетами упаковываются автоматически. Их средняя масса равна 540 г. Известно, что 5% коробок имеют массу, меньшую 500 г. Каков процент коробок, масса которых: а) менее 470 г; б) от 500 до 550 г; в) более 550 г; г) отличаются от средней не более, чем на 30 г (по абсолютной величине)?

*Отклонение вероятности события от его частоты*

**186.** Найдите вероятность того, что в партии из 800 изделий отклонение числа изделий 1-го сорта от наименее вероятного числа не превысит по абсолютной величине 50, если вероятность появления изделия 1-го сорта  $p$  равна 0,7.

**187.** Мастерская по гарантийному ремонту телевизоров обслуживает 2000 абонентов. Вероятность того, что купленный телевизор потребует гарантийного ремонта, равна 0,3. Найдите границы числа телевизоров, которые потребуют гарантийного ремонта, если вероятность отклонения частоты телевизоров, требующих гарантийного ремонта, от теоретической вероятности не превысит 0,9974.

**188.** Сколько нужно проверить деталей, чтобы с вероятностью 0,9; 0,99; 0,999 можно ожидать, что абсолютная величина отклонения частоты годных деталей от вероятности 0,9 того, что деталь окажется годной, не превысит 0,01 (по абсолютной величине)?

**189.** Вероятность допущения дефектов при производстве механизмов равна 0,4. Наудачу отбираются 500 механизмов. Установите величину наибольшего отклонения относительной частоты изготовленных механизмов с дефектами от вероятности 0,4, которую можно гарантировать с вероятностью 0,998.

**190.** Всхожесть пшеницы 90%. Сколько нужно высеять зерен, чтобы абсолютная величина отклонения частоты всходов от вероятности всхода отдельного зерна с вероятностью 0,95 не превышала 0,05.

**191.** Визуальное наблюдение искусственного спутника земли возможно в данном пункте с вероятностью равной 0,1 (отсутствие облачности). Проводится 100 попыток наблюде-

ний спутника. Найдите практически достоверный диапазон числа удачных наблюдений (с вероятностью 0,9975).

**192.** Вероятность наступления события в каждом из независимых испытаний постоянно и равна 0,6. Сколько испытаний необходимо произвести, чтобы вероятность отклонения частоты от 0,6 в ту и другую сторону менее чем на 0,01 была равна 0,995?

**193.** Вероятность наступления события в каждом испытании равна 0,8. Найдите наибольшее отклонение частоты этого события от вероятности его наступления, которое можно ожидать с вероятностью 0,9146 при 4900 испытаниях.

**194.** Вероятность попадания в мишень при каждом из 700 выстрелов равна 0,4. Какое возможно максимальное отклонение частоты от вероятности попадания при отдельном выстреле можно ожидать с вероятностью 0,997?

**195.** Произведено 1000 независимых испытаний с вероятностью наступления интересующего нас события в отдельном испытании равной 0,01. Найдите границы, в которых с вероятностью 0,99 заключена частота наступления события.

**196.** Вероятность того, что деталь нестандартна, равна 0,04. Найдите, сколько деталей надо отобрать, чтобы с вероятностью, равной 0,9964, можно было утверждать, что относительная частота появления нестандартных деталей (среди отобранных) отклонится от постоянной вероятности  $p = 0,04$  по абсолютной величине не более чем на 0,01.

**197.** Вероятность промышленного содержания металла в каждой пробе руды равна 0,4. Найдите с вероятностью 0,997 границы числа проб с промышленным содержанием металла среди 1000 проб.

#### *Неравенство Чебышёва*

**198.** Устройство состоит из 10 независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента за время  $T$  равна 0,05. С помощью неравенства Чебышёва оцените вероятность того, что абсолютная величина разности между числом отказавших элементов и средним числом (математическим ожиданием) отказов за время  $T$  окажется меньше двух.

**199.** В осветительную сеть параллельно включено 20 ламп. Вероятность того, что за время  $T$  лампа будет включена, равна 0,8. Пользуясь неравенством Чебышёва, оцените вероятность того, что абсолютная величина разности между числом включенных ламп и средним числом включенных ламп за время  $T$  окажется: а) меньше 3; б) не меньше 3.

**200.** Вероятность появления события  $A$  в каждом испытании равна 0,5. Используя неравенство Чебышёва, оцените вероятность того, что число  $X$  появлений события  $A$  заключено в пределах от 40 до 60, если будет произведено 100 независимых испытаний.

**201.** Вероятность появления события в каждом испытании равна 0,25. Используя неравенство Чебышёва, оцените вероятность того, что число  $X$  появлений события заключено в пределах от 150 до 250, если будет произведено 800 испытаний.

**202.** Используя неравенство Чебышёва, оцените вероятность того, что  $|X - M(X)| < 0,1$ , если  $D(X) = 0,001$ .

**203.** Дискретная случайная величина  $X$  задана законом распределения

$X$	0,3	0,6
$P$	0,2	0,8

Используя неравенство Чебышёва, оцените вероятность того, что  $|X - M(X)| < 0,2$ .

**204.** Дискретная случайная величина  $X$  задана законом распределения:

$X$	0,1	0,4	0,6
$P$	0,2	0,3	0,5

Используя неравенство Чебышёва, оцените вероятность того, что  $|X - M(X)| < \sqrt{0,4}$ .

205. Дано:  $P(|X - M(X)| < \varepsilon) \geq 0,9$ ;  $D(X) = 0,004$ . Оцените  $\varepsilon$ .

*Двумерные случайные величины*

206. Задан закон распределения вероятностей дискретной двумерной случайной величины:

Y	X			
	26	30	41	50
2,3	0,05	0,12	0,08	0,04
2,7	0,09	0,30	0,11	0,21

Найдите законы распределения составляющих.

207. Найдите коэффициент  $\lambda$ , если дана таблица, определяющая закон распределения системы двух случайных величин  $(X, Y)$ :

Y	X		
	20	40	60
10	$3\lambda$	$\lambda$	0
20	$2\lambda$	$4\lambda$	$2\lambda$
30	$\lambda$	$2\lambda$	$5\lambda$

208. Двумерная случайная величина задана законом распределения:

Y	X		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$
$y_1$	0,10	0,30	0,20
$y_2$	0,06	0,18	0,16

Найдите условный закон распределения составляющей  $X$  при условии, что составляющая  $Y$  приняла значение  $y_1$ .

209. Задана дискретная двумерная случайная величина  $(X, Y)$ : Найдите: а) безусловные законы распределения составляющих; б) условный закон распределения составляющей  $X$  при условии, что составляющая  $Y$  приняла значение  $y_1 = 0,4$ ; в) условный закон распределения  $Y$  при условии  $X = x_2 = 5$ ; г) коэффициент корреляции.

Y	X		
	$x_1 = 2$	$x_2 = 5$	$x_3 = 8$
$y_1 = 0,4$	0,15	0,30	0,35
$y_2 = 0,8$	0,05	0,12	0,03

210. Задана дискретная двумерная случайная величина  $(X, Y)$ :

Y	X	
	3	6
10	0,25	0,10
14	0,15	0,05
18	0,32	0,13

Найдите: а) условный закон распределения  $X$  при условии, что  $Y = 10$ ; б) условный закон распределения  $Y$  при условии, что  $X = 6$ ; в) коэффициент корреляции.

211. Два стрелка независимо один от другого производят по одному выстрелу, каждый по своей мишени. Случайная величина  $X$  – число попаданий первого стрелка,  $Y$  – вто-

рого стрелка. Вероятность попадания в мишень для первого стрелка равна 0,6, для второго – 0,7. Постройте функцию распределения  $F(x, y)$  системы  $(X, Y)$ .

**212.** По мишени производится один выстрел. Вероятность попадания равна 0,3. Случайная величина  $X$  – число попаданий,  $Y$  – число промахов. Постройте функцию распределения  $F(x, y)$  системы случайных величин  $(X, Y)$ .

**213.** Найдите вероятность того, что в результате испытания составляющая  $X$  двумерной случайной величины  $(X, Y)$  примет значение  $X < 2$  и при этом составляющая  $Y$  примет значение  $Y < 3$ , если известна функция распределения системы:

$$F(x, y) = \left( \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{x}{2} + \frac{1}{2} \right) \left( \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{y}{3} + \frac{1}{2} \right).$$

**214.** Известна функция распределения системы случайных величин  $(X, Y)$ :  $F(x, y) = \sin x \cdot \sin y$  ( $0 \leq x \leq \pi/2$ ,  $0 \leq y \leq \pi/2$ ). Найдите: а) плотность совместного распределения  $f(x, y)$ ; б) вероятность попадания случайной точки  $(X, Y)$  в прямоугольник, ограниченный прямыми  $x = \pi/6$ ,  $x = \pi/2$ ,  $y = \pi/4$  и  $y = \pi/3$ .

**215.** Найдите вероятность попадания случайной точки  $(X, Y)$  в прямоугольник, ограниченный прямыми  $x = 1$ ,  $x = 2$ ,  $y = 3$ ,  $y = 5$ , если известна функция распределения

$$F(x, y) = \begin{cases} 1 - 2^{-x} - 2^{-y} + 2^{-x-y}, & x \geq 0, y \geq 0, \\ 0, & x < 0 \text{ или } y < 0. \end{cases}$$

**216.** Задана функция распределения двумерной случайной величины

$$F(x, y) = \begin{cases} (1 - e^{-4x})(1 - e^{-2y}), & x \geq 0, y \geq 0, \\ 0, & x < 0 \text{ или } y < 0. \end{cases}$$

Найдите двумерную плотность вероятности системы  $(X, Y)$ .

**217.** Задана функция распределения непрерывной двумерной случайной величины

$$F(x, y) = \begin{cases} 1 - 3^{-x} - 3^{-y} + 3^{-x-y}, & x \geq 0, y \geq 0, \\ 0, & x < 0 \text{ или } y < 0. \end{cases}$$

Найдите двумерную плотность вероятности системы  $(X, Y)$ .

**218.** Плотность совместного распределения двумерной случайной величины.

$f(x, y) = \cos x \cdot \cos y$  в квадрате  $0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}$ ,  $0 \leq y \leq \frac{\pi}{2}$ ; вне квадрата  $f(x, y) = 0$ . Докажите, что составляющие  $X$  и  $Y$  независимы.

**219.** Задана плотность совместного распределения непрерывной двумерной случайной величины  $(X, Y)$ :  $f(x, y) = 2 \cos x \cdot \cos y$  в квадрате  $0 \leq x \leq \frac{\pi}{4}$ ,  $0 \leq y \leq \frac{\pi}{4}$ ; вне квадрата  $f(x, y) = 0$ . Найдите математические ожидания составляющих.

**220.** Задана плотность совместного распределения непрерывной двумерной случайной величины  $(X, Y)$ :  $f(x, y) = \frac{1}{4} \sin x \cdot \sin y$  в квадрате  $0 \leq x \leq \pi$ ,  $0 \leq y \leq \pi$ ; вне квадрата  $f(x, y) = 0$ . Найдите математические ожидания, дисперсии составляющих и коэффициент корреляции.

221. Дискретная случайная величина  $X$  имеет ряд распределения

$X$	-1	0	1	2
$P$	0,2	0,1	0,3	0,4

Найдите математическое ожидание и дисперсию случайной величины  $Y = 2^X$ .

222. Непрерывная случайная величина  $X$  распределена в интервале  $(0; 1)$  по закону с плотностью

$$f(x) = \begin{cases} 2x & \text{при } x \in (0; 1), \\ 0 & \text{при } x \notin (0; 1). \end{cases}$$

Найдите математическое ожидание и дисперсию квадрата случайной величины  $Y = X^2$ , не находя предварительно плотность распределения  $Y$ .

223. Случайная величина  $X$  в интервале  $(0; \pi)$  задана плотностью распределения

$f(x) = \frac{1}{2} \sin x$ ; вне этого интервала  $f(x) = 0$ . Найдите дисперсию функции  $Y = X^2$ , не находя предварительно плотность распределения  $Y$ .

224. Случайная величина  $X$  в интервале  $\left(0; \frac{\pi}{2}\right)$  задана плотностью распределения

$f(x) = \cos x$ ; вне этого интервала  $f(x) = 0$ . Найдите дисперсию функции  $Y = X^2$ , не находя предварительно плотность распределения  $Y$ .

225. Диаметр круга  $x$  измерен приближенно, причем  $a \leq x \leq b$ . Рассматривая диаметр как случайную величину  $X$ , распределенную равномерно в интервале  $(a; b)$ , найдите математическое ожидание площади круга.

226. Случайная величина  $X$  распределена по закону Коши  $f(x) = \frac{1}{\pi(1+x^2)}$ . Найдите

плотность распределения  $g(y)$  случайной величины  $Y = X^3 + 2$ .

227. Случайная величина  $X$  равномерно распределена в интервале  $\left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right)$ . Найдите

плотность распределения  $g(y)$  случайной величины  $Y = \sin X$ .

228. Случайная величина  $X$  равномерно распределена в интервале  $(0; 2\pi)$ . Найдите плотность распределения  $g(y)$  случайной величины  $Y = \cos X$ .

*Элементы математической статистики*

229. Выборка задана в виде распределения частот:

$x_i$	4	7	8	12
$n_i$	5	2	3	10

Найдите распределение относительных частот.

230. Найдите эмпирическую функцию по данному распределению выборки:

а) 

$x_i$	2	5	7	8
$n_i$	1	3	2	4

б) 

$x_i$	4	7	8
$n_i$	5	2	3

**231.** Постройте гистограмму относительных частот по данному распределению выборки:

Номер интервала, $i$	Частичный интервал, $[x_i, x_{i+1}]$	Сумма частот элементов выборки данного интервала, $n_i$
1	$[0, 2]$	20
2	$[2, 4]$	30
3	$[4, 6]$	50

**232.** Из генеральной совокупности извлечена выборка объема  $n = 60$ :

$x_i$	1	3	6	26
$n_i$	8	40	10	2

Найдите несмещенную оценку генеральной средней.

**233.** Найдите выборочную среднюю по данному распределению выборки объема  $n = 10$ :

$x_i$	1250	1270	1280
$n_i$	2	5	3

**234.** По выборке объема  $n = 41$  найдена смещенная оценка  $D = 3$  генеральной дисперсии. Найдите несмещенную оценку дисперсии генеральной совокупности.

**235.** В итоге пяти измерений длины стержня одним прибором (без систематических ошибок) получены следующие результаты (в мм): 92; 94; 103; 105; 106. Найдите: а) выборочную среднюю длину стержня; б) выборочную и исправленную дисперсии ошибок прибора.

**236.** Даны результаты измерения роста (в см) случайно отобранных 100 студентов.

Рост	154–158	158–162	162–166	166–170	170–174	174–178	178–182
Число студентов	10	14	26	28	12	8	2

Найдите выборочную среднюю и выборочную дисперсию роста обследованных студентов.

**237.** Найдите выборочную дисперсию по данному распределению выборки:

$x_i$	18,4	18,9	19,3	19,6
$n_i$	5	10	20	15

**238.** Найдите исправленную выборочную дисперсию по данному распределению выборки объема  $n = 10$ :

$x_i$	102	104	108
$n_i$	2	3	5

**239.** В супермаркете проводились наблюдения над числом покупателей, обратившихся в кассу за один час. Наблюдение в течение 30 часов дали следующие результаты: 70, 75, 100, 120, 75, 60, 100, 120, 70, 60, 65, 100, 65, 100, 70, 75, 60, 100, 100, 120, 70, 75, 70, 120, 65, 70, 75, 70, 100, 100. Составьте вариационный ряд. Постройте полигон частот и полигон относительных частот. Постройте эмпирическую функцию распределения. Найдите выборочную среднюю и несмещенную оценку выборочной дисперсии.

**240.** В таблице приведена выборка результатов измерения роста 105 студентов. Измерения проводились с точностью до 1 см.

155	170	185	180	188	152	173	178	178	168	185
173	170	183	175	173	170	183	175	180	175	193
178	183	180	197	178	181	187	168	174	179	184
183	178	180	178	163	166	178	175	182	190	167
170	178	183	170	178	181	173	168	185	175	170
155	169	186	179	189	155	174	179	179	169	186
174	171	184	175	193	178	184	180	196	175	181
188	168	179	178	183	184	178	181	177	163	166
178	175	183	190	167	170	178	183	170	178	182
173	168	186	176	171	188					

Составьте интервальный вариационный ряд. Постройте гистограмму частот и гистограмму относительных частот. Постройте эмпирическую функцию распределения. Найдите выборочную среднюю и несмещённую оценку выборочной дисперсии.

**241.** Найдите доверительный интервал для оценки с надёжностью 0,95 неизвестного математического ожидания  $a$  нормально распределённого признака  $X$  генеральной совокупности, если генеральное среднее квадратическое отклонение  $\sigma = 5$ , выборочная средняя  $\bar{x} = 14$  и объём выборки  $n = 25$ .

**242.** Одним и тем же прибором со средним квадратическим отклонением случайных ошибок измерений  $\sigma = 40$  м произведено пять равноточных измерений расстояния от орудия до цели. Найдите доверительный интервал для оценки истинного расстояния  $a$  до цели с надёжностью  $\gamma = 0,95$ , зная среднее арифметическое результатов измерений  $\bar{x} = 2000$  м. Предполагается, что результаты измерений распределены нормально.

**243.** Найдите минимальный объём выборки, при котором с надёжностью 0,975 точность оценки математического ожидания генеральной совокупности по выборочной средней  $\delta = 0,3$ , если известно среднее квадратическое отклонение  $\sigma = 1,2$  нормально распределённой генеральной совокупности.

**244.** Из генеральной совокупности извлечена выборка объёма  $n = 10$ :

$x_i$	-2	1	2	3	4	5
$n_i$	2	1	2	2	2	1

Оцените с надёжностью 0,95 математическое ожидание  $a$  нормально распределённого признака генеральной совокупности по выборочной средней при помощи доверительного интервала.

**245.** По данным девяти независимых равноточных измерений некоторой физической величины найдены среднее арифметическое результатов измерений  $\bar{x} = 30,1$  и исправленное среднее квадратическое отклонение измеряемой величины  $s = 6$ . Оцените истинное значение измеряемой величины с помощью доверительного интервала с надёжностью  $\gamma = 0,99$ . Предполагается, что результаты измерений распределены нормально.

**246.** По данным выборки объёма  $n = 16$  из генеральной совокупности найдено исправленное среднее квадратическое отклонение  $s = 1$  нормально распределённого количественного признака. Найдите доверительный интервал, покрывающий генеральное среднее квадратическое отклонение  $\sigma$  с надёжностью 0,95.

**247.** Произведено 12 измерений одним прибором (без систематических ошибок) некоторой физической величины, причем исправленное среднее квадратическое отклонение  $s$

случайных ошибок измерений оказалось равным 0,6. Найдите точность прибора с надежностью 0,99. Предполагается, что результаты измерений распределены нормально.

**248.** Произведено 10 измерений одним прибором (без систематических ошибок) некоторой физической величины, причем исправленное среднее квадратическое отклонение  $s$  случайных ошибок измерений оказалось равным 0,8. Найдите точность прибора с надежностью 0,95. Предполагается, что результаты измерений распределены нормально.

**249.** Используя критерий Пирсона, при уровне значимости 0,05 проверьте, согласуется ли гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности с эмпирическим распределением выборки объема  $n = 200$ :

$x_i$	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
$n_i$	6	9	26	25	30	26	21	24	20	8	5

**250.** Используя критерий Пирсона, при уровне значимости 0,01 установите, случайно или значимо расхождение между эмпирическими частотами  $n_i$  и теоретическими частотами  $n_i'$ , которые вычислены, исходя их гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности:

$n_i$	8	16	40	72	36	18	10
$n_i'$	6	18	36	76	39	18	7

## ОТВЕТЫ

1. 28. 2. 12. 3. 120. 4. 60. 5. 125. 6. 12. 7. 120. 8. 120; а) 36; б) 6. 9. 144. 10. а) 35; б) 256; в) 28. 11. 153. 12. 552. 13. 2024. 14. 256. 15. 64. 16. 64. 17. 120. 18. 360. 19. 120. 20. 60. 21. 15. 22. 64. 23. 21 или 243. 24. 120. 25. 6; 4. 26. 21; 42. 27. 3045. 28. а) 15; б) 14. 29.  $3^{15} = 14348907$ ;  $C_{15}^5 \cdot C_{10}^5 \cdot C_5^5 = 756756$ . 30.  $\frac{1}{20}$ . 31.  $\frac{25}{81}$ . 32.  $\frac{7}{8}$ . 33.  $\frac{3}{8}$ . 34. а)  $\frac{5}{36}$ ; б)  $\frac{35}{36}$ ; в)  $\frac{1}{18}$ . 35. а)  $\frac{1}{36}$ ; б)  $\frac{5}{18}$ ; в)  $\frac{1}{18}$ . 36.  $\frac{1}{60}$ . 37.  $\frac{1}{35}$ . 38. 0,5. 39.  $\frac{1}{24}$ . 40.  $\frac{1}{6}$ . 41. а)  $\frac{9}{C_{12}^4}$ ; б)  $\frac{8 \cdot 7 + 2 \cdot 8}{C_{12}^4}$ . 42.  $\frac{12!}{12^{12}}$ . 43. а)  $\frac{1}{105}$ ; б)  $\frac{26}{35}$ . 44.  $\frac{1}{720}$ . 45. а)  $\frac{15}{31}$ ; б)  $\frac{16}{31}$ . 46.  $\frac{7}{12}$ . 47.  $\frac{1}{7}$ . 48.  $\frac{15}{28}$ . 49.  $\frac{91}{190}$ . 50. а)  $\frac{29}{52}$ ; б)  $\frac{5}{13}$ . 51.  $\frac{15}{28}$ . 52.  $\frac{1}{85}$ . 53.  $\frac{1}{1785}$ . 54.  $\frac{5060}{23751} \approx 0,213$ . 55.  $\frac{14}{55}$ . 56.  $\frac{1}{1144}$ . 57.  $\frac{20 \cdot 18 \cdot 16 \cdot 14}{20 \cdot 19 \cdot 18 \cdot 17} = \frac{C_{10}^4 \cdot 2^4}{C_{20}^4} \approx 0,69$ . 58. а)  $\frac{1}{216}$ ; б)  $\frac{1}{36}$ ; в)  $\frac{6 \cdot 5 \cdot 4}{216} = \frac{5}{9}$ . 59.  $\frac{2(1+7!)}{8!} = \frac{8}{C_8^2} \approx 0,25$ . 60.  $\frac{1}{6}$ . 61.  $\frac{\pi}{4}$ . 62.  $\frac{1}{4}$ . 63.  $\frac{\pi}{8}$ . 64.  $\frac{\pi}{6}$ . 65.  $\frac{5}{9}$ . 66.  $\frac{181}{288}$ . 67. а) 0,5; б) 0,7. 68. 0,56. 69.  $\frac{98}{225}$ . 70.  $\frac{1}{20}$ . 71.  $\frac{1}{70}$ . 72.  $\frac{15}{56}$ . 73. 0,9. 74.  $\frac{238}{247}$ . 75.  $\frac{1}{10}$ . 76.  $\frac{1}{5}$ . 77.  $\frac{7}{9}$ . 78.  $\frac{67}{91}$ . 79. 0,8. 80. 0,14. 81.  $\frac{1}{495}$ . 82. 0,18. 83. 0,384. 84. 0,42. 85.  $\frac{7}{30}$ . 86.  $\frac{63}{125}$ . 87. 0,994. 88. а) 0,008; б) 0,164; в) 0,288; г) 0,536; д) 0,988. 89.  $\frac{1}{420}$ . 90.  $\frac{5}{1764}$ . 91.  $\frac{44}{105}$ . 92. 0,3.

93. 0,08192. 94. 0,912576. 95. а) 0,29; б) 0,38. 96. 0,775. 97.  $\frac{19}{28}$ . 98.  $\frac{2}{3}$ . 99. 0,85. 100. 0,52.

101.  $\frac{13}{30}$ . 102. 0,885. 103. 0,57. 104. 0,462. 105.  $\frac{4}{13}$ . 106.  $\frac{3}{11}$ . 107. 0,5. 108. Повысилась

с 40% до 75%. 109.  $\frac{3}{11}$ . 110.  $\frac{9}{11}$ . 111. 0,5. 112.  $\frac{8}{15}$ ;  $\frac{1}{16}$ . 113. а) 0,033; б)  $\frac{2}{11}$ ;  $\frac{25}{33}$ ;  $\frac{2}{33}$ .

114. а) 0,133; б) 0,14. 115. 0,1808. 116. а)  $\frac{3}{16}$ ; б)  $\frac{13}{16}$ . 117. 5;  $\frac{224}{729}$ . 118. Три из четырёх

$\left(\frac{1}{4} \text{ и } \frac{3}{32}\right)$ . 119. 5; 0,72. 120. 2; 0,18. 121. 0,9598. 122. а) 0,23; б) 0,196; в) 0,574; г) 0,951.

123. 0,39. 124. 0,5. 125. 0,00412. 126. а) 0,053; б) 0,022. 127. 0,0375. 128. 0,2148.

129. 0,9736. 130. 0,6826. 131. 0,1096. 132. 0,719. 133. а) 0,251; б) 0,0576. 134. 0,09.

135. а) 0; б) 0,9952; 0,5; 0,0048. 136. 444. 137. 28. 138. 55. 139. Не менее 69.

140.

|     |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                                     |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------------|
| $X$ | 2              | 3              | 4              | 5              | 6              | 7              | 8              | 9              | 10             | 11             | 12             | $M(X) = 7,$<br>$D(X) \approx 5,83.$ |
| $P$ | $\frac{1}{36}$ | $\frac{2}{36}$ | $\frac{3}{36}$ | $\frac{4}{36}$ | $\frac{5}{36}$ | $\frac{6}{36}$ | $\frac{5}{36}$ | $\frac{4}{36}$ | $\frac{3}{36}$ | $\frac{2}{36}$ | $\frac{1}{36}$ |                                     |

141.

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
| $X$ | 2   | 3   | 4   | $M(X) = \frac{20}{7},$<br>$D(X) = \frac{20}{49}.$ |
| $P$ | $\frac{C_4^2 \cdot C_3^3}{C_7^5} = \frac{2}{7}$ | $\frac{C_4^3 \cdot C_3^2}{C_7^5} = \frac{4}{7}$ | $\frac{C_4^4 \cdot C_3^1}{C_7^5} = \frac{1}{7}$ |   |

142.

|     |     |      |       |       |   |
|-----|-----|------|-------|-------|---|
| $X$ | 1   | 2    | 3     | 4     | $M(X) = 1,248,$<br>$D(X) \approx 0,2985.$ |
| $P$ | 0,8 | 0,16 | 0,032 | 0,008 |   |

143.

|     |     |      |       |       |     |                         |     |   |
|-----|-----|------|-------|-------|-----|-------------------------|-----|---|
| $X$ | 1   | 2    | 3     | 4     | ... | $k$                     | ... | $M(X) = \frac{10}{7},$<br>$D(X) = \frac{30}{49}.$ |
| $P$ | 0,7 | 0,21 | 0,063 | 0,008 | ... | $0,7 \cdot (0,3)^{k-1}$ | ... |   |

144.

|     |         |        |        |        |        |         |                                |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------------------------------|
| $X$ | 0       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5       | $M(X) = 1,$<br>$D(X) = 0,792.$ |
| $P$ | 0,32768 | 0,4096 | 0,2048 | 0,0512 | 0,0064 | 0,00032 |                                |

145.

|     |     |     |     |                                 |
|-----|-----|-----|-----|---------------------------------|
| $X$ | 1   | 2   | 3   | $M(X) = 1,8,$<br>$D(X) = 0,36.$ |
| $P$ | 0,3 | 0,6 | 0,1 |                                 |

146.

|     |                 |                  |                  |                  |                                 |
|-----|-----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|
| $X$ | 0               | 1                | 2                | 3                | $M(X) = 1,8,$<br>$D(X) = 0,72.$ |
| $P$ | $\frac{8}{125}$ | $\frac{36}{125}$ | $\frac{54}{125}$ | $\frac{27}{125}$ |                                 |

147.

|     |      |      |      |                                 |
|-----|------|------|------|---------------------------------|
| $X$ | 0    | 1    | 2    | $M(X) = 1,3,$<br>$D(X) = 0,45.$ |
| $P$ | 0,12 | 0,46 | 0,42 |                                 |

148.

|     |      |      |      |      |                               |
|-----|------|------|------|------|-------------------------------|
| $X$ | 0    | 40   | 50   | 90   | $M(X) = 58,$<br>$D(X) = 936.$ |
| $P$ | 0,12 | 0,28 | 0,18 | 0,42 |                               |

149. 

|     |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| $X$ | -100  | 0     | 150   | 19900 |
| $P$ | 0,992 | 0,005 | 0,002 | 0,001 |

 $M(X) = -79,$   
 $D(X) = 399734.$
150. 

|     |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| $X$ | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      |
| $P$ | 0,1296 | 0,3456 | 0,3456 | 0,1536 | 0,0256 |

 $M(X) = 1,6,$   
 $D(X) = 0,96.$
151. 

|     |     |      |       |     |                         |     |
|-----|-----|------|-------|-----|-------------------------|-----|
| $X$ | 1   | 2    | 3     | ... | $k$                     | ... |
| $P$ | 0,1 | 0,09 | 0,081 | ... | $0,1 \cdot (0,9)^{k-1}$ | ... |

 $M(X) = 10, D(X) = 90.$
152. 

|     |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| $X$ | 0     | 1     | 2     | 3     |
| $P$ | 0,168 | 0,436 | 0,324 | 0,072 |

 $M(X) = 1,3,$   
 $D(X) = 0,69.$
153. 

|     |                  |                  |                  |
|-----|------------------|------------------|------------------|
| $X$ | 0                | 1                | 2                |
| $P$ | $\frac{78}{190}$ | $\frac{91}{190}$ | $\frac{21}{190}$ |

 $M(X) = 0,7,$   
 $D(X) = \frac{819}{1900} \approx 0,43.$
154. 

|     |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| $X$ | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      |
| $P$ | 0,0015 | 0,0275 | 0,1685 | 0,4245 | 0,3780 |

 $M(X) = 3,15,$   
 $D(X) = 0,6475.$
155. 

|     |               |                |                |                |                 |
|-----|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| $X$ | 1             | 2              | 3              | 4              | 5               |
| $P$ | $\frac{3}{5}$ | $\frac{4}{15}$ | $\frac{1}{10}$ | $\frac{1}{35}$ | $\frac{1}{210}$ |

 $M(X) = \frac{11}{7},$   
 $D(X) = \frac{33}{49}.$
156. 

|     |                |                |                |                |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| $X$ | 0              | 1              | 2              | 3              | 4              |
| $P$ | $\frac{1}{16}$ | $\frac{4}{16}$ | $\frac{6}{16}$ | $\frac{4}{16}$ | $\frac{1}{16}$ |

 $M(X) = 2,$   
 $D(X) = 1.$
157. 

|     |                 |                  |                  |                  |
|-----|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| $X$ | 0               | 1                | 2                | 3                |
| $P$ | $\frac{6}{203}$ | $\frac{45}{203}$ | $\frac{95}{203}$ | $\frac{57}{203}$ |

 $M(X) = 2,$   
 $D(X) = \frac{532}{203}.$

158. См. ответы к задачам №№140–157.

159. а) 
$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 1, \\ 0,3 & \text{при } 1 < x \leq 2, \\ 0,8 & \text{при } 2 < x \leq 5, \\ 1 & \text{при } x > 5; \end{cases}$$
  $M(X) = 2,3, D(X) = 2,01;$

б) 
$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -2, \\ 0,1 & \text{при } -2 < x \leq 3, \\ 0,5 & \text{при } 3 < x \leq 4, \\ 0,9 & \text{при } 4 < x \leq 6, \\ 1 & \text{при } x > 6; \end{cases}$$
  $M(X) = 3,4, D(X) = 4,44.$

160. а)  $M(X) = 2,2, D(X) = 6,96, \sigma(X) \approx 2,64;$  б)  $M(X) = 0,2, D(X) = 2,56,$   
 $\sigma(X) \approx 1,6.$  161.  $p = 0,7, x = 1.$  162.  $p = 0,4, x_1 = 0, x_2 = 5.$  163.  $x_1 = 1, x_2 = 3.$

164. 

|       |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|
| $X+Y$ | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    |
| $P$   | 0,05 | 0,30 | 0,20 | 0,30 | 0,15 |

 $M(X) = 1,2, M(Y) = 1,$   
 $M(X+Y) = 2,2.$

165. 

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $X+Y$ | -1    | 0     | 1     | 2     | 3     |
| $P$   | 0,016 | 0,176 | 0,436 | 0,336 | 0,036 |

 $M(X+Y) = 1,2,$   
 $D(X+Y) = 0,68.$

|      |     |               |               |               |               |
|------|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 166. | $Z$ | 1             | 2             | 3             | 4             |
|      | $P$ | $\frac{1}{6}$ | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{6}$ |

|      |               |      |      |      |      |
|------|---------------|------|------|------|------|
| 167. | $X$ тыс. руб. | 25   | 27   | 50   | 54   |
|      | $P$           | 0,28 | 0,42 | 0,12 | 0,18 |

|      |     |      |      |      |      |
|------|-----|------|------|------|------|
| 168. | $X$ | -25  | -10  | -4   | 11   |
|      | $P$ | 0,03 | 0,12 | 0,17 | 0,68 |

$$M(X) = 4,85 \text{ тыс. руб.}$$

169.  $a = \frac{3}{7}$ ;  $F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 1, \\ \frac{1}{7}(x^3 - 1), & \text{если } 1 < x \leq 2, \\ 1, & \text{если } x > 2; \end{cases}$   $M(X) = \frac{45}{28}$ ,  $M(X^2) = \frac{93}{35}$ ,

$D(X) = \frac{291}{3920} \approx 0,07$ . 170.  $a = -\frac{6}{7}$ ;  $M(X) = \frac{33}{14}$ ,  $M(X^2) = \frac{393}{70}$ ,  $D(X) = \frac{57}{980}$ ; а)  $\frac{2}{7}$ ; б)  $\frac{5}{7}$ .

171.  $a = \frac{1}{2}$ ;  $M(X) = 0$ ,  $D(X) = \frac{\pi^2}{2} - 4$ . 172.  $a = 2$ ;  $M(X) = \frac{5}{27}$ ,  $M(X^2) = \frac{7}{162}$ ,

$D(X) = \frac{13}{1458} \approx 0,01$ . 173.  $a = 1$ ,  $f(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 0, \\ 2x, & \text{если } 0 < x \leq 1, \\ 0, & \text{если } x > 1, \end{cases}$   $P(X = 0,5) = 0$ ,

$P(X < 0,5) = 0,25$ ,  $P(0,5 \leq X \leq 1) = 0,75$ ,  $M(X) = \frac{2}{3}$ ,  $M(X^2) = \frac{1}{2}$ ,  $D(X) = \frac{1}{18}$ .

174.  $M(X) = \frac{127}{36}$ ,  $M(X^2) = \frac{451}{36}$ ,  $D(X) = \frac{107}{1296} \approx 0,08$ . 175. а)  $\frac{1}{6}$ ; б) 1; в)  $\frac{1}{12}$ ; г)  $\frac{3}{4}$ .

176.  $\frac{3}{5}$ ; 2,5;  $\frac{5\sqrt{3}}{6}$ . 177. 0,4; 0,5. 178. 0,192. 179. а) 0,982; б) 0,018.

180.  $f(x) = \frac{1}{5\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-20)^2}{50}}$ ; 0,6826. 181. а) 0,9938; б) 0,7357. 182.  $p \approx 0,3$ , 0,0756.

183.  $p \approx 0,5$ , 0,164. 184. а) 0,9332; б) 0,0228; в) 0,6247; (14,4; 15,6). 185. а) 0,2%; г) 78,5%.

186.  $2\Phi(3,86) = 2 \cdot 0,499928 \approx 0,99$ . 187.  $\delta \approx 0,03$ ,  $540 < m < 660$ . 188. 2436, 5991, 9801.

189. 0,068. 190. 139. 191. 1-19. 192. 18951. 193. 0,0099. 194. 0,055. 195. (0,002; 0,018).

196. 3275. 197. 354-446. 198.  $\geq 0,88$ . 199. а)  $\geq 0,64$ ; б)  $\leq 0,36$ . 200.  $\geq 0,75$ . 201.  $\geq 0,94$ .

202.  $\geq 0,9$ . 203.  $\geq 0,64$ . 204.  $\geq 0,909$ . 205.  $\varepsilon \geq 0,2$ .

|      |     |      |      |      |      |     |      |      |
|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|
| 206. | $X$ | 26   | 30   | 41   | 50   | $Y$ | 2,3  | 2,7  |
|      | $P$ | 0,14 | 0,42 | 0,19 | 0,25 | $P$ | 0,29 | 0,71 |

207. 0,05.

|      |            |               |               |               |
|------|------------|---------------|---------------|---------------|
| 208. | $X$        | $x_1$         | $x_2$         | $x_3$         |
|      | $P(X y_1)$ | $\frac{1}{6}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{3}$ |

|      |    |     |      |      |      |     |     |     |
|------|----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| 209. | а) | $X$ | 2    | 5    | 8    | $Y$ | 0,4 | 0,8 |
|      |    | $P$ | 0,20 | 0,42 | 0,38 | $P$ | 0,8 | 0,2 |

б) 

|              |                |               |                |
|--------------|----------------|---------------|----------------|
| $X$          | 2              | 5             | 8              |
| $P(X Y=0,4)$ | $\frac{3}{16}$ | $\frac{3}{8}$ | $\frac{7}{16}$ |

в) 

|            |               |               |
|------------|---------------|---------------|
| $Y$        | 0,4           | 0,8           |
| $P(Y X=5)$ | $\frac{5}{7}$ | $\frac{2}{7}$ |

г)  $-0,189$ .

210. а) 

|             |               |               |
|-------------|---------------|---------------|
| $X$         | 3             | 6             |
| $P(X Y=10)$ | $\frac{5}{7}$ | $\frac{2}{7}$ |

б) 

|            |                |                |                 |
|------------|----------------|----------------|-----------------|
| $Y$        | 10             | 14             | 18              |
| $P(Y X=6)$ | $\frac{5}{14}$ | $\frac{5}{28}$ | $\frac{13}{28}$ |

211. 

|                |            |                |         |
|----------------|------------|----------------|---------|
| $F(x, y)$      | $x \leq 0$ | $0 < x \leq 1$ | $x > 1$ |
| $y \leq 0$     | 0          | 0              | 0       |
| $0 < y \leq 1$ | 0          | 0,12           | 0,3     |
| $y > 1$        | 0          | 0,4            | 1       |

212. 

|                |            |                |         |
|----------------|------------|----------------|---------|
| $F(x, y)$      | $x \leq 0$ | $0 < x \leq 1$ | $x > 1$ |
| $y \leq 0$     | 0          | 0              | 0       |
| $0 < y \leq 1$ | 0          | 0              | 0,3     |
| $y > 1$        | 0          | 0,7            | 1       |

213.  $\frac{9}{16}$ . 214. а)  $f(x, y) = \cos x \cdot \cos y$  ( $0 \leq x \leq \pi/2, 0 \leq y \leq \pi/2$ ); б)  $\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{4}$ . 215.  $\frac{3}{128}$ .

216.  $f(x, y) = 8e^{-4x}e^{-2y}$  ( $x \geq 0, y \geq 0$ ).

217.  $f(x, y) = 3^{-x-y} \ln^2 2$  ( $x \geq 0, y \geq 0$ ).

219.  $M(X) = M(Y) = \frac{1}{4}(\pi + 4 - 4\sqrt{2})$ . 220.  $M(X) = M(Y) = \frac{\pi}{2}$ ;  $D(X) = D(Y) = \pi^2 - 4$ ;

$\rho = 0$ . 221.  $M(Y) = 2,4$ ;  $D(Y) = 1,99$ . 222.  $M(Y) = \frac{1}{2}$ ;  $D(Y) = \frac{1}{12}$ .

223.  $D(Y) = \frac{\pi^4 - 16\pi^2 + 80}{4}$ . 224.  $D(Y) = \frac{\pi^2 - 8}{4}$ . 225.  $D\left(\frac{\pi X^2}{4}\right) = \frac{\pi}{12}(a^2 + ab + b^2)$ .

226.  $g(y) = \frac{1}{3\pi \sqrt[3]{(y-2)^2} \left(1 + \sqrt[3]{(y-2)^2}\right)}$ .

227.  $g(y) = \frac{1}{\pi \sqrt{1-y^2}}$ ,  $y \in (-1; 1)$ .

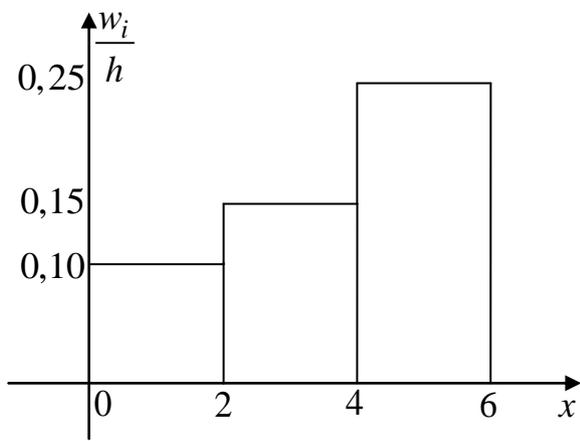
228.  $g(y) = \frac{1}{\pi \sqrt{1-y^2}}$ ,  $y \in (-1; 1)$ .

229. 

|       |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|
| $x_i$ | 4    | 7    | 8    | 12   |
| $w_i$ | 0,25 | 0,10 | 0,15 | 0,50 |

230. а)  $F^*(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 2, \\ 0,1 & \text{при } 2 < x \leq 5, \\ 0,4 & \text{при } 5 < x \leq 7, \\ 0,6 & \text{при } 7 < x \leq 8, \\ 1 & \text{при } x > 8; \end{cases}$  б)  $F^*(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 4, \\ 0,5 & \text{при } 4 < x \leq 7, \\ 0,7 & \text{при } 7 < x \leq 8, \\ 1 & \text{при } x > 8. \end{cases}$

231.



232.  $\bar{x} = 4$ .      233. 1269.      234. 3,075.

235.  $\bar{x} = 100$ ,       $D = 34$ ,       $s^2 = 42,5$ .

236.  $\bar{x} = 166$ ,       $D = 33,44$ .      237.  $D = 0,1336$ .

238. 6,93.      241. Требуется найти доверитель-

ный интервал  $\bar{x} - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < a < \bar{x} + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ . Най-

дем  $t$  из соотношения  $\Phi(t) = \frac{0,95}{2} = 0,475$ .

По таблице:       $t = 1,96$ .      Получаем

$$12,04 < a < 15,96.$$

242.  $1964,94 < a < 2035,06$ .      243.  $\Phi(t) = \frac{0,975}{2} = 0,4875$ ,       $t = 2,24$ ,       $n = \frac{t^2 \sigma^2}{\delta^2} = 81$ .

244. Требуется найти доверительный интервал  $\bar{x} - t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}} < a < \bar{x} + t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}}$ . По таблице:

$t_\gamma = 2,26$  и  $0,3 < a < 3,7$ .      245. Истинное значение измеряемой величины равно ее математическому ожиданию:  $25,38 < a < 34,82$ .

246. По таблице:  $q = 0,44 < 1$ . Доверительный интервал  $s(1-q) < \sigma < s(1+q)$  или  $0,56 < \sigma < 1,44$ .

247. Точность прибора характеризуется средним квадратическим отклонением случайных ошибок измерений:

$0,06 < \sigma < 1,14$ .      248.  $0,28 < \sigma < 1,32$ .      249.  $k = 8$ ,  $\chi^2_{набл} = 7,71$ ,  $\chi^2_{кр}(0,05; 8) = 15,5$ . Нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности.

250. Данные и необходимые вычисления приведены в таблице.  $\chi^2_{кр}(0,01; 4) = 13,3$ ,  $\chi^2_{набл} = 3,061$ . Т.к.  $\chi^2_{набл} < \chi^2_{кр}$ , то нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности (расхождение между теоретическими и эмпирическими частотами случайно).

251. Данные и необходимые вычисления приведены в таблице.  $\chi^2_{кр}(0,05; 4) = 9,488$ ,  $\chi^2_{набл} = 10,24$ . Нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности (расхождение между теоретическими и эмпирическими частотами случайно).

| $i$   | $n_i$     | $n'_i$ | $n_i - n'_i$ | $(n_i - n'_i)^2$ | $(n_i - n'_i)^2 / n'_i$ |
|-------|-----------|--------|--------------|------------------|-------------------------|
| 1     | 8         | 6      | 2            | 4                | 0,667                   |
| 2     | 16        | 18     | -2           | 4                | 0,222                   |
| 3     | 40        | 36     | 4            | 16               | 0,444                   |
| 4     | 72        | 76     | -4           | 16               | 0,211                   |
| 5     | 36        | 39     | -3           | 9                | 0,231                   |
| 6     | 18        | 18     | 0            | 0                | 0,000                   |
| 7     | 10        | 7      | 3            | 9                | 1,286                   |
| Сумма | $n = 200$ |        |              |                  | $\chi^2_{набл} = 3,061$ |

## Приложения

$$\text{Значения функции } \varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

|            | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>0,0</b> | 0,3989 | 0,3989 | 0,3989 | 0,3988 | 0,3986 | 0,3984 | 0,3982 | 0,3980 | 0,3977 | 0,3973 |
| <b>0,1</b> | 0,3970 | 0,3965 | 0,3961 | 0,3956 | 0,3951 | 0,3945 | 0,3939 | 0,3932 | 0,3925 | 0,3918 |
| <b>0,2</b> | 0,3910 | 0,3902 | 0,3894 | 0,3885 | 0,3876 | 0,3867 | 0,3857 | 0,3847 | 0,3836 | 0,3825 |
| <b>0,3</b> | 0,3814 | 0,3802 | 0,3790 | 0,3778 | 0,3765 | 0,3752 | 0,3739 | 0,3726 | 0,3712 | 0,3697 |
| <b>0,4</b> | 0,3683 | 0,3668 | 0,3652 | 0,3637 | 0,3621 | 0,3605 | 0,3589 | 0,3572 | 0,3555 | 0,3538 |
| <b>0,5</b> | 0,3521 | 0,3503 | 0,3485 | 0,3467 | 0,3448 | 0,3429 | 0,3410 | 0,3391 | 0,3372 | 0,3352 |
| <b>0,6</b> | 0,3332 | 0,3312 | 0,3292 | 0,3271 | 0,3251 | 0,3230 | 0,3209 | 0,3187 | 0,3166 | 0,3144 |
| <b>0,7</b> | 0,3123 | 0,3101 | 0,3079 | 0,3056 | 0,3034 | 0,3011 | 0,2989 | 0,2966 | 0,2943 | 0,2920 |
| <b>0,8</b> | 0,2897 | 0,2874 | 0,2850 | 0,2827 | 0,2803 | 0,2780 | 0,2756 | 0,2732 | 0,2709 | 0,2685 |
| <b>0,9</b> | 0,2661 | 0,2637 | 0,2613 | 0,2589 | 0,2565 | 0,2541 | 0,2516 | 0,2492 | 0,2468 | 0,2444 |
| <b>1,0</b> | 0,2420 | 0,2396 | 0,2371 | 0,2347 | 0,2323 | 0,2299 | 0,2275 | 0,2251 | 0,2227 | 0,2203 |
| <b>1,1</b> | 0,2179 | 0,2155 | 0,2131 | 0,2107 | 0,2083 | 0,2059 | 0,2036 | 0,2012 | 0,1989 | 0,1965 |
| <b>1,2</b> | 0,1942 | 0,1919 | 0,1895 | 0,1872 | 0,1849 | 0,1826 | 0,1804 | 0,1781 | 0,1738 | 0,1738 |
| <b>1,3</b> | 0,1714 | 0,1691 | 0,1669 | 0,1647 | 0,1626 | 0,1604 | 0,1582 | 0,1561 | 0,1539 | 0,1518 |
| <b>1,4</b> | 0,1497 | 0,1476 | 0,1456 | 0,1435 | 0,1415 | 0,1394 | 0,1374 | 0,1354 | 0,1334 | 0,1315 |
| <b>1,5</b> | 0,1295 | 0,1276 | 0,1257 | 0,1238 | 0,1219 | 0,1200 | 0,1182 | 0,1163 | 0,1145 | 0,1127 |
| <b>1,6</b> | 0,1109 | 0,1092 | 0,1074 | 0,1057 | 0,1040 | 0,1023 | 0,1006 | 0,0989 | 0,0973 | 0,0957 |
| <b>1,7</b> | 0,0940 | 0,0925 | 0,0909 | 0,0893 | 0,0878 | 0,0863 | 0,0848 | 0,0833 | 0,0818 | 0,0804 |
| <b>1,8</b> | 0,0790 | 0,0775 | 0,0761 | 0,0748 | 0,0734 | 0,0721 | 0,0707 | 0,0694 | 0,0681 | 0,0669 |
| <b>1,9</b> | 0,0656 | 0,0644 | 0,0632 | 0,0620 | 0,0608 | 0,0596 | 0,0584 | 0,0573 | 0,0562 | 0,0551 |
| <b>2,0</b> | 0,0540 | 0,0529 | 0,0519 | 0,0508 | 0,0498 | 0,0488 | 0,0478 | 0,0468 | 0,0459 | 0,0449 |
| <b>2,1</b> | 0,0440 | 0,0431 | 0,0422 | 0,0413 | 0,0404 | 0,0396 | 0,0387 | 0,0379 | 0,0371 | 0,0363 |
| <b>2,2</b> | 0,0355 | 0,0347 | 0,0339 | 0,0332 | 0,0325 | 0,0317 | 0,0310 | 0,0303 | 0,0297 | 0,0290 |
| <b>2,3</b> | 0,0283 | 0,0277 | 0,0270 | 0,0264 | 0,0258 | 0,0252 | 0,0246 | 0,0241 | 0,0235 | 0,0229 |
| <b>2,4</b> | 0,0224 | 0,0219 | 0,0213 | 0,0208 | 0,0203 | 0,0198 | 0,0194 | 0,0189 | 0,0184 | 0,0180 |
| <b>2,5</b> | 0,0175 | 0,0171 | 0,0167 | 0,0163 | 0,0158 | 0,0154 | 0,0151 | 0,0147 | 0,0143 | 0,0139 |
| <b>2,6</b> | 0,0136 | 0,0132 | 0,0129 | 0,0126 | 0,0122 | 0,0119 | 0,0116 | 0,0113 | 0,0110 | 0,0107 |
| <b>2,7</b> | 0,0104 | 0,0101 | 0,0099 | 0,0096 | 0,0093 | 0,0091 | 0,0088 | 0,0086 | 0,0084 | 0,0081 |
| <b>2,8</b> | 0,0079 | 0,0077 | 0,0075 | 0,0073 | 0,0071 | 0,0069 | 0,0067 | 0,0065 | 0,0063 | 0,0061 |
| <b>2,9</b> | 0,0060 | 0,0058 | 0,0056 | 0,0055 | 0,0053 | 0,0051 | 0,0050 | 0,0048 | 0,0047 | 0,0043 |
| <b>3,0</b> | 0,0044 | 0,0043 | 0,0042 | 0,0040 | 0,0039 | 0,0038 | 0,0037 | 0,0036 | 0,0035 | 0,0034 |
| <b>3,1</b> | 0,0033 | 0,0032 | 0,0031 | 0,0030 | 0,0029 | 0,0028 | 0,0027 | 0,0026 | 0,0025 | 0,0025 |
| <b>3,2</b> | 0,0024 | 0,0023 | 0,0022 | 0,0022 | 0,0021 | 0,0020 | 0,0020 | 0,0019 | 0,0018 | 0,0018 |
| <b>3,3</b> | 0,0017 | 0,0017 | 0,0016 | 0,0016 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0014 | 0,0014 | 0,0013 | 0,0013 |
| <b>3,4</b> | 0,0012 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0011 | 0,0011 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0009 | 0,0009 |
| <b>3,5</b> | 0,0009 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0006 |
| <b>3,6</b> | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0004 |
| <b>3,7</b> | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 |
| <b>3,8</b> | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 |
| <b>3,9</b> | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 |

$$\text{Значения функции } \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

| <b>x</b>    | <b><math>\Phi(x)</math></b> | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>0,00</b> | 0,0000                      | <b>0,44</b> | 0,1700                      | <b>0,88</b> | 0,3106                      | <b>1,32</b> | 0,4066                      | <b>1,76</b> | 0,4608                      | <b>2,40</b> | 0,4918                      |
| <b>0,01</b> | 0,0040                      | <b>0,45</b> | 0,1736                      | <b>0,89</b> | 0,3133                      | <b>1,33</b> | 0,4082                      | <b>1,77</b> | 0,4616                      | <b>2,42</b> | 0,4922                      |
| <b>0,02</b> | 0,0080                      | <b>0,46</b> | 0,1772                      | <b>0,90</b> | 0,3159                      | <b>1,34</b> | 0,4099                      | <b>1,78</b> | 0,4625                      | <b>2,44</b> | 0,4927                      |
| <b>0,03</b> | 0,0120                      | <b>0,47</b> | 0,1808                      | <b>0,91</b> | 0,3186                      | <b>1,35</b> | 0,4115                      | <b>1,79</b> | 0,4633                      | <b>2,46</b> | 0,4931                      |
| <b>0,04</b> | 0,0160                      | <b>0,48</b> | 0,1844                      | <b>0,92</b> | 0,3212                      | <b>1,36</b> | 0,4131                      | <b>1,80</b> | 0,4641                      | <b>2,48</b> | 0,4934                      |
| <b>0,05</b> | 0,0199                      | <b>0,49</b> | 0,1879                      | <b>0,93</b> | 0,3238                      | <b>1,37</b> | 0,4147                      | <b>1,81</b> | 0,4649                      | <b>2,50</b> | 0,4938                      |
| <b>0,06</b> | 0,0239                      | <b>0,50</b> | 0,1915                      | <b>0,94</b> | 0,3264                      | <b>1,38</b> | 0,4162                      | <b>1,82</b> | 0,4656                      | <b>2,52</b> | 0,4941                      |
| <b>0,07</b> | 0,0279                      | <b>0,51</b> | 0,1950                      | <b>0,95</b> | 0,3289                      | <b>1,39</b> | 0,4177                      | <b>1,83</b> | 0,4664                      | <b>2,54</b> | 0,4945                      |
| <b>0,08</b> | 0,0319                      | <b>0,52</b> | 0,1985                      | <b>0,96</b> | 0,3315                      | <b>1,40</b> | 0,4192                      | <b>1,84</b> | 0,4671                      | <b>2,56</b> | 0,4948                      |
| <b>0,09</b> | 0,0359                      | <b>0,53</b> | 0,2019                      | <b>0,97</b> | 0,3340                      | <b>1,41</b> | 0,4207                      | <b>1,85</b> | 0,4678                      | <b>2,58</b> | 0,4951                      |
| <b>0,10</b> | 0,0398                      | <b>0,54</b> | 0,2054                      | <b>0,98</b> | 0,3365                      | <b>1,42</b> | 0,4222                      | <b>1,86</b> | 0,4686                      | <b>2,60</b> | 0,4953                      |
| <b>0,11</b> | 0,0438                      | <b>0,55</b> | 0,2088                      | <b>0,99</b> | 0,3389                      | <b>1,43</b> | 0,4236                      | <b>1,87</b> | 0,4693                      | <b>2,62</b> | 0,4956                      |
| <b>0,12</b> | 0,0478                      | <b>0,56</b> | 0,2123                      | <b>1,00</b> | 0,3413                      | <b>1,44</b> | 0,4251                      | <b>1,88</b> | 0,4699                      | <b>2,64</b> | 0,4959                      |
| <b>0,13</b> | 0,0517                      | <b>0,57</b> | 0,2157                      | <b>1,01</b> | 0,3438                      | <b>1,45</b> | 0,4265                      | <b>1,89</b> | 0,4706                      | <b>2,66</b> | 0,4961                      |
| <b>0,14</b> | 0,0557                      | <b>0,58</b> | 0,2190                      | <b>1,02</b> | 0,3461                      | <b>1,46</b> | 0,4279                      | <b>1,90</b> | 0,4713                      | <b>2,68</b> | 0,4963                      |
| <b>0,15</b> | 0,0596                      | <b>0,59</b> | 0,2224                      | <b>1,03</b> | 0,3485                      | <b>1,47</b> | 0,4292                      | <b>1,91</b> | 0,4719                      | <b>2,70</b> | 0,4965                      |
| <b>0,16</b> | 0,0636                      | <b>0,60</b> | 0,2257                      | <b>1,04</b> | 0,3508                      | <b>1,48</b> | 0,4306                      | <b>1,92</b> | 0,4726                      | <b>2,72</b> | 0,4967                      |
| <b>0,17</b> | 0,0675                      | <b>0,61</b> | 0,2291                      | <b>1,05</b> | 0,3531                      | <b>1,49</b> | 0,4319                      | <b>1,93</b> | 0,4732                      | <b>2,74</b> | 0,4969                      |
| <b>0,18</b> | 0,0714                      | <b>0,62</b> | 0,2324                      | <b>1,06</b> | 0,3554                      | <b>1,50</b> | 0,4332                      | <b>1,94</b> | 0,4738                      | <b>2,76</b> | 0,4971                      |
| <b>0,19</b> | 0,0753                      | <b>0,63</b> | 0,2357                      | <b>1,07</b> | 0,3577                      | <b>1,51</b> | 0,4345                      | <b>1,95</b> | 0,4744                      | <b>2,78</b> | 0,4973                      |
| <b>0,20</b> | 0,0793                      | <b>0,64</b> | 0,2389                      | <b>1,08</b> | 0,3599                      | <b>1,52</b> | 0,4357                      | <b>1,96</b> | 0,4750                      | <b>2,80</b> | 0,4974                      |
| <b>0,21</b> | 0,0832                      | <b>0,65</b> | 0,2422                      | <b>1,09</b> | 0,3621                      | <b>1,53</b> | 0,4370                      | <b>1,97</b> | 0,4756                      | <b>2,82</b> | 0,4976                      |
| <b>0,22</b> | 0,0871                      | <b>0,66</b> | 0,2454                      | <b>1,10</b> | 0,3643                      | <b>1,54</b> | 0,4382                      | <b>1,98</b> | 0,4761                      | <b>2,84</b> | 0,4977                      |
| <b>0,23</b> | 0,0910                      | <b>0,67</b> | 0,2486                      | <b>1,11</b> | 0,3665                      | <b>1,55</b> | 0,4394                      | <b>1,99</b> | 0,4767                      | <b>2,86</b> | 0,4979                      |
| <b>0,24</b> | 0,0948                      | <b>0,68</b> | 0,2517                      | <b>1,12</b> | 0,3686                      | <b>1,56</b> | 0,4406                      | <b>2,00</b> | 0,4772                      | <b>2,88</b> | 0,4980                      |
| <b>0,25</b> | 0,0987                      | <b>0,69</b> | 0,2549                      | <b>1,13</b> | 0,3708                      | <b>1,57</b> | 0,4418                      | <b>2,02</b> | 0,4783                      | <b>2,90</b> | 0,4981                      |
| <b>0,26</b> | 0,1026                      | <b>0,70</b> | 0,2580                      | <b>1,14</b> | 0,3729                      | <b>1,58</b> | 0,4429                      | <b>2,04</b> | 0,4793                      | <b>2,92</b> | 0,4982                      |
| <b>0,27</b> | 0,1064                      | <b>0,71</b> | 0,2611                      | <b>1,15</b> | 0,3749                      | <b>1,59</b> | 0,4441                      | <b>2,06</b> | 0,4803                      | <b>2,94</b> | 0,4984                      |
| <b>0,28</b> | 0,1103                      | <b>0,72</b> | 0,2642                      | <b>1,16</b> | 0,3770                      | <b>1,60</b> | 0,4452                      | <b>2,08</b> | 0,4812                      | <b>2,96</b> | 0,4985                      |
| <b>0,29</b> | 0,1141                      | <b>0,73</b> | 0,2673                      | <b>1,17</b> | 0,3790                      | <b>1,61</b> | 0,4463                      | <b>2,10</b> | 0,4821                      | <b>2,98</b> | 0,4986                      |
| <b>0,30</b> | 0,1179                      | <b>0,74</b> | 0,2703                      | <b>1,18</b> | 0,3810                      | <b>1,62</b> | 0,4474                      | <b>2,12</b> | 0,4830                      | <b>3,00</b> | 0,49865                     |
| <b>0,31</b> | 0,1217                      | <b>0,75</b> | 0,2734                      | <b>1,19</b> | 0,3830                      | <b>1,63</b> | 0,4484                      | <b>2,14</b> | 0,4838                      | <b>3,20</b> | 0,49931                     |
| <b>0,32</b> | 0,1255                      | <b>0,76</b> | 0,2764                      | <b>1,20</b> | 0,3849                      | <b>1,64</b> | 0,4495                      | <b>2,16</b> | 0,4846                      | <b>3,40</b> | 0,49966                     |
| <b>0,33</b> | 0,1293                      | <b>0,77</b> | 0,2794                      | <b>1,21</b> | 0,3869                      | <b>1,65</b> | 0,4505                      | <b>2,18</b> | 0,4854                      | <b>3,60</b> | 0,499841                    |
| <b>0,34</b> | 0,1331                      | <b>0,78</b> | 0,2823                      | <b>1,22</b> | 0,3883                      | <b>1,66</b> | 0,4515                      | <b>2,20</b> | 0,4861                      | <b>3,80</b> | 0,499928                    |
| <b>0,35</b> | 0,1368                      | <b>0,79</b> | 0,2852                      | <b>1,23</b> | 0,3907                      | <b>1,67</b> | 0,4525                      | <b>2,22</b> | 0,4868                      | <b>4,00</b> | 0,499968                    |
| <b>0,36</b> | 0,1406                      | <b>0,80</b> | 0,2881                      | <b>1,24</b> | 0,3925                      | <b>1,68</b> | 0,4535                      | <b>2,24</b> | 0,4875                      | <b>4,50</b> | 0,499997                    |
| <b>0,37</b> | 0,1443                      | <b>0,81</b> | 0,2910                      | <b>1,25</b> | 0,3944                      | <b>1,69</b> | 0,4545                      | <b>2,26</b> | 0,4881                      | <b>5,00</b> | 0,499997                    |
| <b>0,38</b> | 0,1480                      | <b>0,82</b> | 0,2939                      | <b>1,26</b> | 0,3962                      | <b>1,70</b> | 0,4554                      | <b>2,28</b> | 0,4887                      |             |                             |
| <b>0,39</b> | 0,1517                      | <b>0,83</b> | 0,2967                      | <b>1,27</b> | 0,3980                      | <b>1,71</b> | 0,4564                      | <b>2,30</b> | 0,4893                      |             |                             |
| <b>0,40</b> | 0,1554                      | <b>0,84</b> | 0,2995                      | <b>1,28</b> | 0,3997                      | <b>1,72</b> | 0,4573                      | <b>2,32</b> | 0,4898                      |             |                             |
| <b>0,41</b> | 0,1591                      | <b>0,85</b> | 0,3023                      | <b>1,29</b> | 0,4015                      | <b>1,73</b> | 0,4582                      | <b>2,34</b> | 0,4904                      |             |                             |
| <b>0,42</b> | 0,1628                      | <b>0,86</b> | 0,3051                      | <b>1,30</b> | 0,4032                      | <b>1,74</b> | 0,4591                      | <b>2,36</b> | 0,4909                      |             |                             |
| <b>0,43</b> | 0,1664                      | <b>0,87</b> | 0,3078                      | <b>1,31</b> | 0,4049                      | <b>1,75</b> | 0,4599                      | <b>2,38</b> | 0,4913                      |             |                             |

**Таблица значений  $t_\gamma = t(\gamma, n)$**

| $n \backslash \gamma$ | 0,95 | 0,99 | 0,999 | $n \backslash \gamma$ | 0,95  | 0,99  | 0,999 |
|-----------------------|------|------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|
| 5                     | 2,78 | 4,60 | 8,61  | 20                    | 2,093 | 2,861 | 3,883 |
| 6                     | 2,57 | 4,03 | 6,86  | 25                    | 2,064 | 2,797 | 3,745 |
| 7                     | 2,45 | 3,71 | 5,96  | 30                    | 2,045 | 2,756 | 3,659 |
| 8                     | 2,37 | 3,50 | 5,41  | 35                    | 2,032 | 2,720 | 3,600 |
| 9                     | 2,31 | 3,36 | 5,04  | 40                    | 2,023 | 2,708 | 3,558 |
| 10                    | 2,26 | 3,25 | 4,78  | 45                    | 2,016 | 2,692 | 3,527 |
| 11                    | 2,23 | 3,17 | 4,59  | 50                    | 2,009 | 2,679 | 3,502 |
| 12                    | 2,20 | 3,11 | 4,44  | 60                    | 2,001 | 2,662 | 3,464 |
| 13                    | 2,18 | 3,06 | 4,32  | 70                    | 1,996 | 2,649 | 3,439 |
| 14                    | 2,16 | 3,01 | 4,22  | 80                    | 1,991 | 2,640 | 3,418 |
| 15                    | 2,15 | 2,98 | 4,14  | 90                    | 1,987 | 2,633 | 3,403 |
| 16                    | 2,13 | 2,95 | 4,07  | 100                   | 1,984 | 2,627 | 3,392 |
| 17                    | 2,12 | 2,92 | 4,02  | 120                   | 1,980 | 2,617 | 3,374 |
| 18                    | 2,11 | 2,90 | 3,97  | $\infty$              | 1,960 | 2,576 | 3,291 |
| 19                    | 2,10 | 2,88 | 3,92  |                       |       |       |       |

**Таблица значений  $q = q(\gamma, n)$**

| $n \backslash \gamma$ | 0,95 | 0,99 | 0,999 | $n \backslash \gamma$ | 0,95  | 0,99  | 0,999 |
|-----------------------|------|------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|
| 5                     | 1,37 | 2,67 | 5,64  | 20                    | 0,37  | 0,58  | 0,88  |
| 6                     | 1,09 | 2,01 | 3,88  | 25                    | 0,32  | 0,49  | 0,73  |
| 7                     | 0,92 | 1,62 | 2,98  | 30                    | 0,28  | 0,43  | 0,63  |
| 8                     | 0,80 | 1,38 | 2,42  | 35                    | 0,26  | 0,38  | 0,56  |
| 9                     | 0,71 | 1,20 | 2,06  | 40                    | 0,24  | 0,35  | 0,50  |
| 10                    | 0,65 | 1,08 | 1,80  | 45                    | 0,22  | 0,32  | 0,46  |
| 11                    | 0,59 | 0,98 | 1,60  | 50                    | 0,21  | 0,30  | 0,43  |
| 12                    | 0,55 | 0,90 | 1,45  | 60                    | 0,188 | 0,269 | 0,38  |
| 13                    | 0,52 | 0,83 | 1,33  | 70                    | 0,174 | 0,245 | 0,34  |
| 14                    | 0,48 | 0,78 | 1,23  | 80                    | 0,161 | 0,226 | 0,31  |
| 15                    | 0,46 | 0,73 | 1,15  | 90                    | 0,151 | 0,211 | 0,29  |
| 16                    | 0,44 | 0,70 | 1,07  | 100                   | 0,143 | 0,198 | 0,27  |
| 17                    | 0,42 | 0,66 | 1,01  | 150                   | 0,115 | 0,160 | 0,211 |
| 18                    | 0,40 | 0,63 | 0,96  | 200                   | 0,099 | 0,136 | 0,185 |
| 19                    | 0,39 | 0,60 | 0,92  | 250                   | 0,089 | 0,120 | 0,162 |