

## Лабораторная работа № 4 «Построение распределений случайных величин в MS Excel»

**Распределение вероятностей** – одно из центральных понятий теории вероятности и математической статистики. Определение распределения вероятности равносильно заданию вероятностей всех случайных величин (СВ), описывающих некоторое случайное событие. Распределение вероятностей некоторой СВ, возможные значения которой  $x_1, x_2, \dots, x_n$  образуют выборку, задается указанием этих значений и соответствующих им вероятностей  $p_1, p_2, \dots, p_n$ . ( $p_n$  должны быть положительны и в сумме давать единицу).

В данной лабораторной работе будут рассмотрены и построены с помощью MS Excel наиболее распространенные распределения вероятности: биномиальное и нормальное.

### ***Биномиальное распределение***

Биноминальное распределение представляет собой распределение вероятностей числа наступлений некоторого события («удачи») в  $n$  повторных независимых испытаниях, если при каждом испытании вероятность наступления этого события равна  $p$ . При этом распределении разброс вариант (есть или нет события) является следствием влияния ряда независимых и случайных факторов.

**Примером** практического использования биномиального распределения может являться контроль качества партии фармакологического препарата. Здесь требуется подсчитать число изделий (упаковок), не соответствующих требованиям. Все причины, влияющие на качество препарата, принимаются одинаково вероятными и не зависящими друг от друга. Сплошная проверка качества в этой ситуации невозможна, поскольку изделие, прошедшее испытание, не подлежит дальнейшему использованию. Поэтому для контроля из партии наудачу выбирают

определенное количество образцов изделий ( $n$ ). Эти образцы всесторонне проверяют и регистрируют число бракованных изделий ( $k$ ). Теоретически число бракованных изделий может быть любым, от 0 до  $n$ .

В Excel функция **БИНОМРАСП** применяется для вычисления вероятности в задачах с фиксированным числом тестов или испытаний, когда результатом любого испытания может быть только успех или неудача.

Функция использует следующие параметры:

**БИНОМРАСП** (число\_успехов; число\_испытаний; вероятность\_успеха; интегральная)

*число\_успехов* — это количество успешных испытаний;

*число\_испытаний* — это число независимых испытаний (число успехов и число испытаний должны быть целыми числами);

*вероятность\_успеха* — это вероятность успеха каждого испытания;

*интегральный* — это логическое значение, определяющее форму функции.

Если данный параметр имеет значение **ИСТИНА** (=1), то считается интегральная функция распределения (вероятность того, что число успешных испытаний не менее значения *число\_успехов*);

если этот параметр имеет значение **ЛОЖЬ** (=0), то вычисляется значение функции плотности распределения (вероятность того, что число успешных испытаний в точности равно значению аргумента *число\_успехов*).

**Пример 1.** Какова вероятность того, что трое из четырех новорожденных будут мальчиками?

Решение:

1. Устанавливаем табличный курсор в свободную ячейку, например в **A1**. Здесь должно оказаться значение искомой вероятности.

2. Для получения значения вероятности воспользуемся специальной функцией: нажимаем на панели инструментов кнопку **Вставка функции (fx)**.

3. В появившемся диалоговом окне **Мастер функций** - шаг 1 из 2 слева в поле **Категория** указаны виды функций. Выбираем **Статистическая**. Справа в поле Функция выбираем функцию **БИНОМРАСП** и нажимаем на кнопку **ОК**.

Появляется диалоговое окно функции. В поле **Число\_успехов** вводим с клавиатуры количество успешных испытаний (3). В поле **Число испытаний** вводим с клавиатуры общее количество испытаний (4). В рабочее поле **Вероятность\_успеха** вводим с клавиатуры вероятность успеха в отдельном испытании (0,5). В поле **Интегральный** вводим с клавиатуры вид функции распределения — интегральная или весовая (0). Нажимаем на кнопку **ОК**.

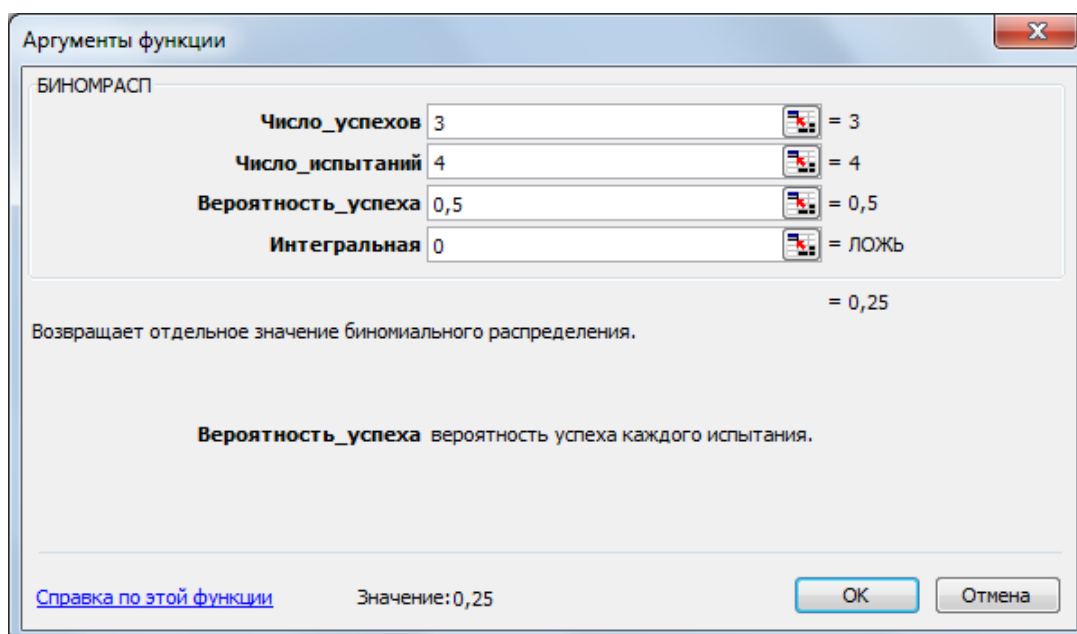


Рисунок 1. Диалоговое окно ввода параметров функции БИНОМРАСП

В ячейке A1 появляется искомое значение вероятности  $p = 0,25$ . Ровно 3 мальчика из 4 новорожденных могут появиться с вероятностью 0,25.

Если изменить формулировку условия задачи и выяснить вероятность того, что появится не более трех мальчиков, то в этом случае в рабочее поле **Интегральный** вводим 1 (вид функции распределения интегральный). Вероятность этого события будет равна 0,9375.

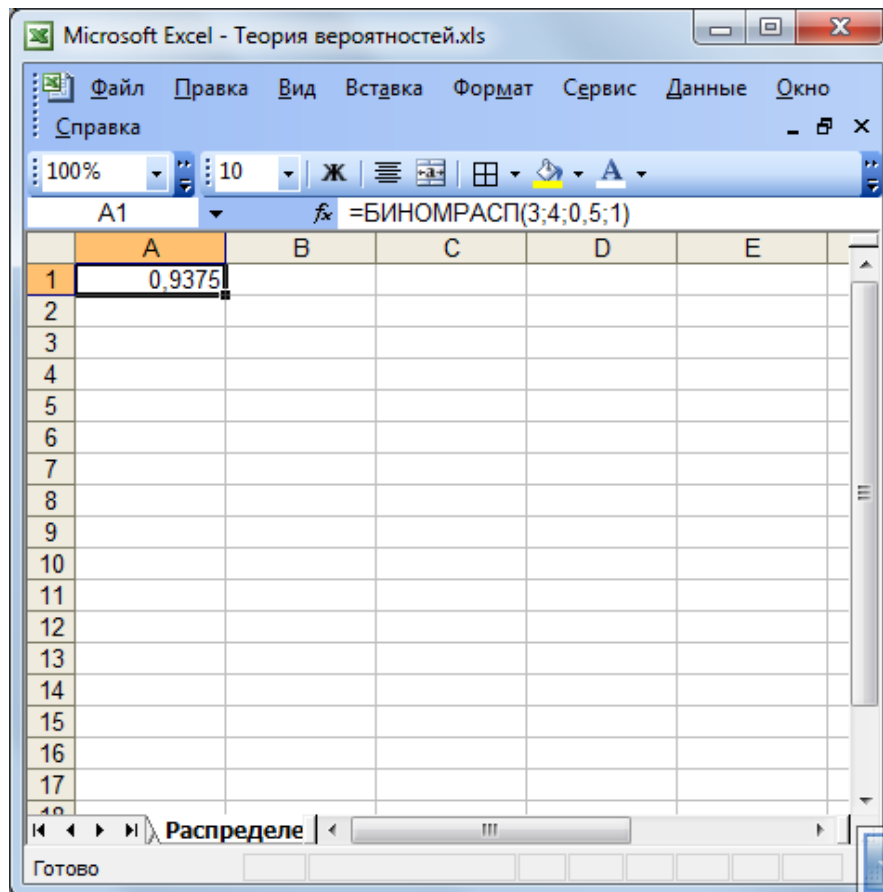


Рисунок 2. Вид электронной таблицы после решения задачи

### Задания для самостоятельной работы

1. Какова вероятность того, что восемь из десяти студентов, сдающих зачет, получают «незачет». (0,04)

### Нормальное распределение

**Нормальное распределение** - это совокупность объектов, в которой крайние значения некоторого признака — наименьшее и наибольшее — появляются редко; чем ближе значение признака к математическому ожиданию, тем чаще оно встречается. Например, распределение студентов по их весу приближается к нормальному распределению. Это распределение имеет очень широкий круг приложений в статистике, включая проверку гипотез.

Диаграмма нормального распределения симметрична относительно точки  $a$  (математического ожидания). Медиана нормального распределения равна тоже  $a$ . При этом в точке  $a$  функция  $f(x)$  достигает своего максимума,

который равен .

В Excel для вычисления значений нормального распределения используются функция **НОРМРАСП**, которая вычисляет значения вероятности нормальной функции распределения для указанного среднего и стандартного отклонения.

Функция имеет параметры:

**НОРМРАСП** (*x*; *среднее*; *стандартное\_откл*; *интегральная*), где:

*x* — значения выборки, для которых строится распределение;

*среднее* — среднее арифметическое выборки;

*стандартное\_откл* — стандартное отклонение распределения;

*интегральный* — логическое значение, определяющее форму функции. Если интегральная имеет значение ИСТИНА(1), то функция НОРМРАСП возвращает интегральную функцию распределения; если это аргумент имеет значение ЛОЖЬ (0), то вычисляет значение функция плотности распределения.

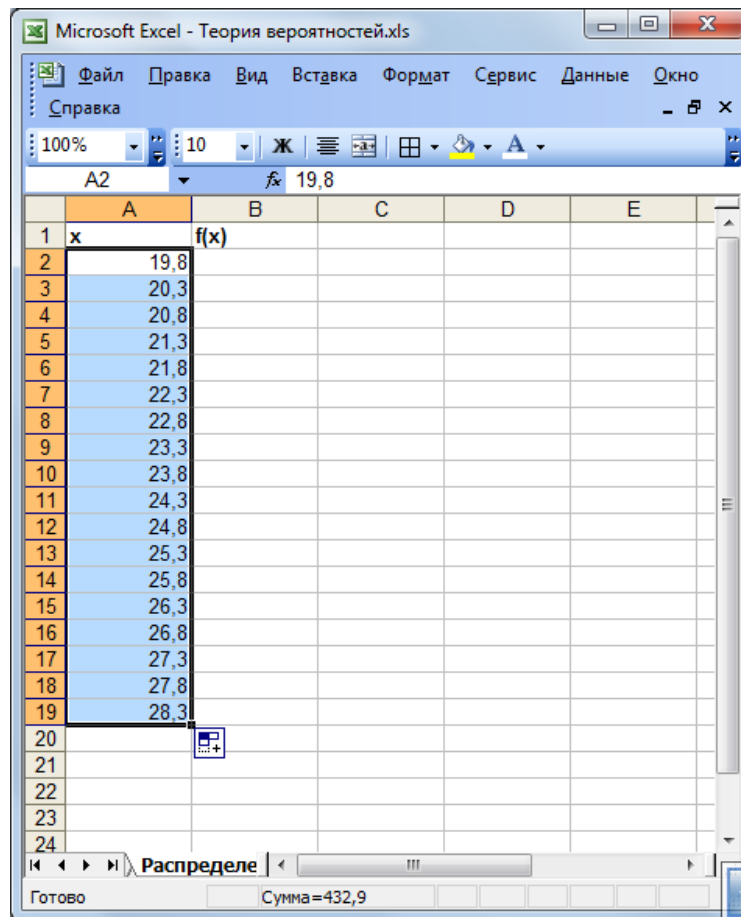
Если *среднее* = 0 и *стандартное\_откл* = 1, то функция **НОРМРАСП** возвращает стандартное нормальное распределение.

**Пример 2.** Построить график нормальной функции распределения  $f(x)$  при  $x$ , меняющемся от 19,8 до 28,8 с шагом 0,5, математическим ожиданием 24,3 и стандартным отклонением 1,5.

Решение

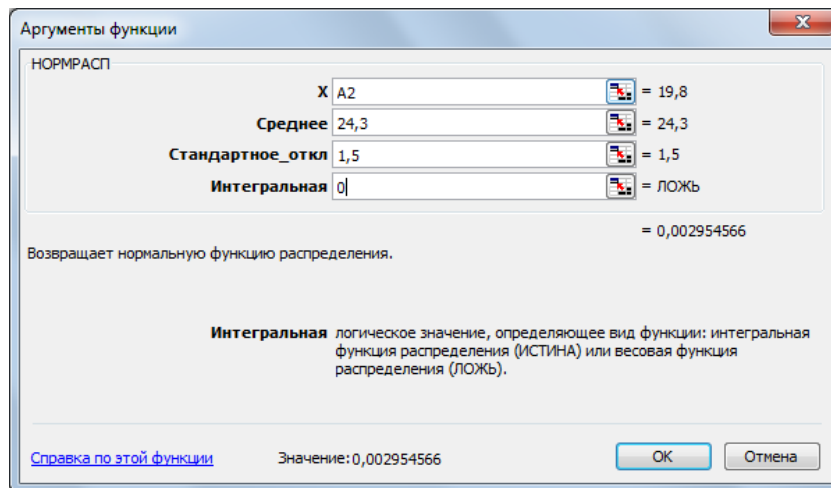
1. В ячейку A1 вводим символ случайной величины  $x$ , а в ячейку B1 — символ функции плотности вероятности —  $f(x)$ .

2. Вводим в диапазон A2:A21 значения  $x$  от 19,8 до 28,8 с шагом 0,5. Для этого воспользуемся маркером автозаполнения: в ячейку A2 вводим левую границу диапазона (19,8), в ячейку A3 левую границу плюс шаг (20,3). Выделяем блок A2:A3. Затем за правый нижний угол протягиваем мышью до ячейки A21 (при нажатой левой кнопке мыши).

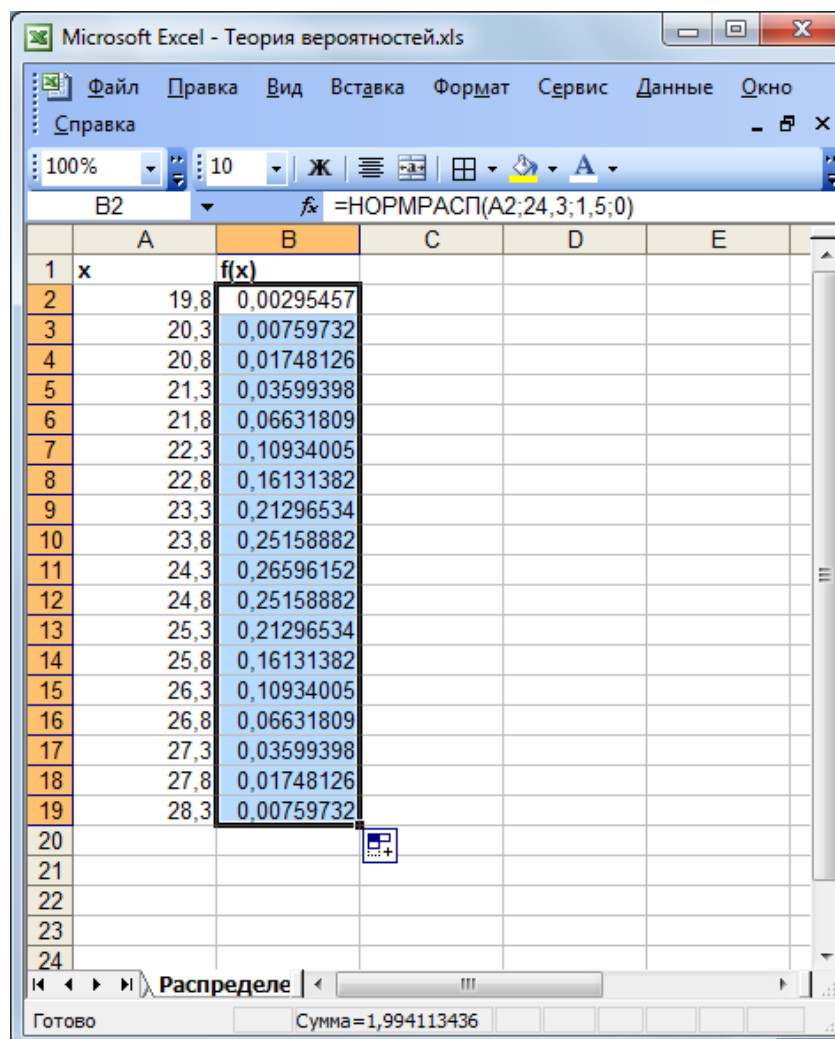


3. Устанавливаем табличный курсор в ячейку B2 и для получения значения вероятности воспользуемся специальной функцией — нажимаем на панели инструментов кнопку **Вставка функции (fx)**. В появившемся диалоговом окне Мастер функций - шаг 1 из 2 слева в поле **Категория** указаны виды функций. Выбираем **Статистическая**. Справа в поле **Функция** выбираем функцию **НОРМРАСП**. Нажимаем на кнопку **ОК**.

4. Появляется диалоговое окно **НОРМРАСП**. В рабочее поле **X** вводим адрес ячейки A2 щелчком мыши на этой ячейке. В рабочее поле **Среднее** вводим с клавиатуры значение математического ожидания (24,3). В рабочее поле **Стандартное\_откл** вводим с клавиатуры значение среднеквадратического отклонения (1,5). В рабочее поле **Интегральная** вводим с клавиатуры вид функции распределения (0). Нажимаем на кнопку **ОК**.



5. В ячейке B2 появляется вероятность  $p = 0,002955$ . Указателем мыши за правый нижний угол табличного курсора протягиванием (при нажатой левой кнопке мыши) из ячейки B2 до B21 копируем функцию **НОРМРАСП** в диапазон B3:B21.



6. По полученным данным строим искомую диаграмму нормальной функции распределения. Щелчком указателя мыши на кнопке на панели

инструментов вызываем **Мастер диаграмм**. В появившемся диалоговом окне выбираем тип диаграммы **График**, вид — левый верхний. После нажатия кнопки **Далее** указываем диапазон данных — B1:B21 (с помощью мыши). Проверяем, положение переключателя **Ряды в:** столбцах. Выбираем закладку **Ряд** и с помощью мыши вводим диапазон подписей оси X: A2:A21. Нажав на кнопку **Далее**, вводим названия осей X и Y и нажимаем на кнопку **Готово**.

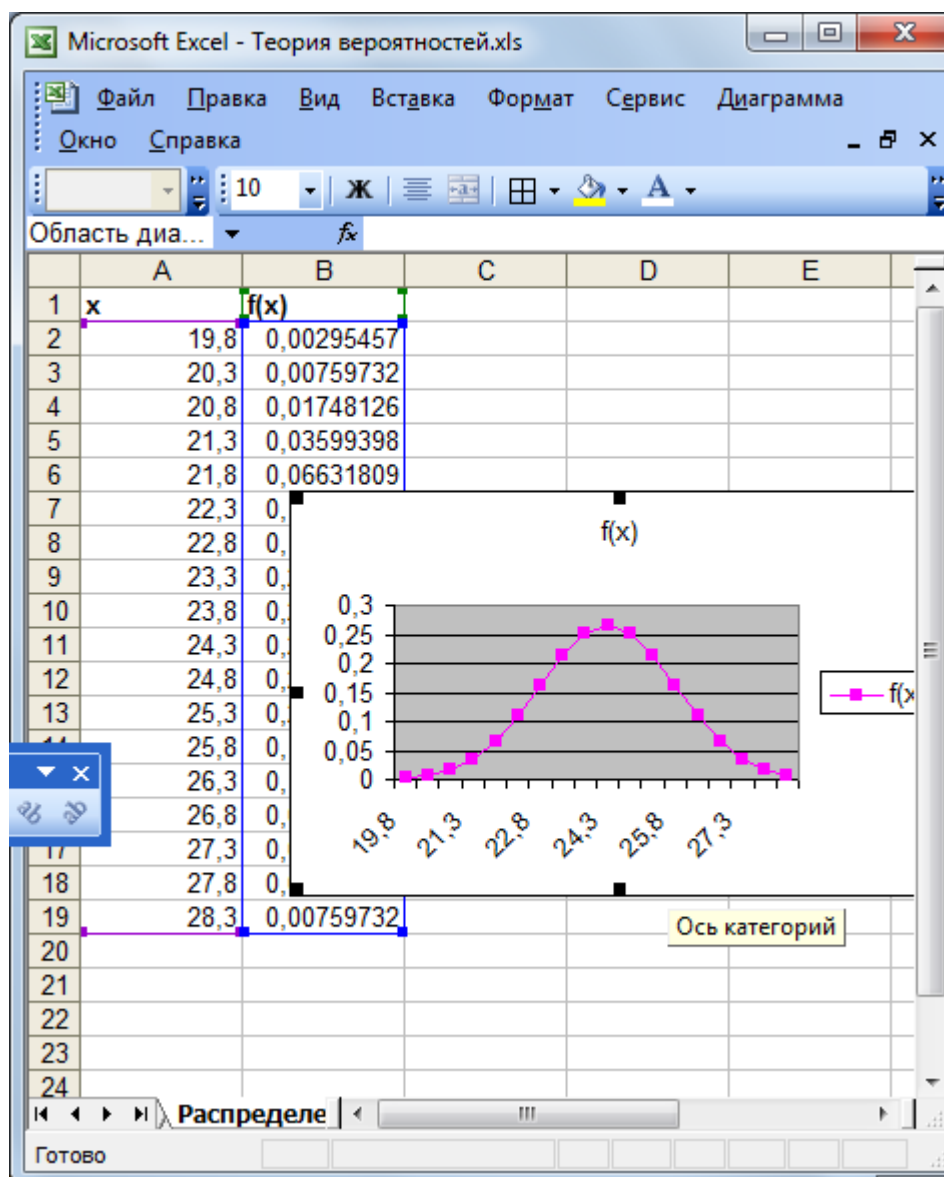


Рисунок 3. График нормальной функции распределения

### Задания для самостоятельной работы

1. Построить график нормальной функции плотности распределения  $f(x)$  при  $x$ , меняющемся от 20 до 40 с шагом 1 при  $\sigma = 3$ .



## Контрольные вопросы

1. Что называют законом распределения случайной величины?
2. Что значит «биномиальное распределение»?
3. Что значит «нормальный» закон распределения? Какой вид графика у данного типа распределения?