

*В следващите задачи намерете приближение на търсените вероятности чрез подходящи симулации.*

**Задача 1.** В кутия има 5 топки, номерирани от 1 до 5. Вадим произволна топка и я връщаме в кутията. Отново вадим произволна топка. Каква е вероятността да извадим два пъти една и съща топка?

**Задача 2.** В кутия има 3 различни чифта чорапи. Вадим в тъмното 2 чорапа. Каква е вероятността да са чифт?

**Задача 3.** Иван има 5 ключа, но не знае кой е за неговата стая. Той пробва последователно с всеки от тях, като помни кой ключ е пробвал. Каква е вероятността да отключи с петия ключ?

**Задача 4.** Студент се явява на изпит с конспект от 20 въпроса. От тях не знае само 3 въпроса. На изпита си тегли 2 въпроса от конспекта. Каква е вероятността да знае само един от изтеглените въпроси?

**Задача 5.** Каква е вероятността в група от 25 човека поне двама да имат рожден ден на един и същи ден от годината?

**Задача 6.** В отдел на фирма работят 20 човека. За Коледа те решават да си разменят подаръци. В кутия слагат 20 листчета, на всяко от които има едно име. Всеки тегли листче (без да го връща) и подарява на този, чието име е изтеглил. Каква е вероятността поне един да изтегли своето име?

**Задача 7.** На всеки от върховете на равностранен триъгълник има една мравка. Всяка мравка избира произволно един от другите два върха и тръгва към него. За единица време всяка мравка изминава разстоянието от един връх до друг. Две мравки могат да се разминат ако тръгнат една срещу друга. Каква е вероятността след единица време да има по една мравка на всеки връх?

**Задача 8.** В една кутия има 2 зелени и 2 червени топки. В друга кутия има 1 зелена и 4 червени топки. Хвърляме зар и ако се падне шестлица, теглим топка от първата кутия, а ако не се падне шестлица, теглим топка от втората кутия.

а) Каква е вероятността да извадим зелена топка?

б) Ако извадената топка е зелена, каква е вероятността да е извадена от втората кутия?

**Задача 9.** Разглеждаме три типа монети: тип  $T_{11}$  имат изписана единица от двете страни, тип  $T_{22}$  имат двойка от двете страни и тип  $T_{12}$  имат единица от едната страна и двойка от другата. В кутия има две монети  $T_{11}$ , една монета  $T_{22}$  и две монети  $T_{12}$ . Теглим произволна монета и я хвърляме.

а) Каква е вероятността да се падне единица?

б) Ако горната страна на хвърлената монета е единица, каква е вероятността другата страна да е двойка?

**Задача 10.** Имаме 3 карти: първата е бяла от двете страни, втората е черна от двете страни, а третата е бяла от едната и черна от другата страна. Всяка карта е поставена в затворена кутия. Избираме произволна кутия, отваряме я и виждаме, че горната страна на картата в нея е бяла. Каква е вероятността другата страна на картата също да е бяла?

**Задача 11.** В кутия има 99 топки номерирани от 1 до 99. Теглим без връщане 4 случайно избрани топки. Каква е вероятността първата извадена топка да е с най-голям номер от извадените?

**Задача 12.** Група от 20 човека, измежду които са Иван и Георги, е подредена по случаен начин в редица. Каква е вероятността Иван и Георги да са един до друг?

**Задача 13.** Тесте от 52 карти е разбъркано и е раздадено на 4 играчи. Каква е вероятността всеки играч да има едно асо?

**Задача 14.** Парола, състояща се от 5 малки букви, е генерирана по случаен начин (буквата на всяка позиция е избрана равновероятно измежду буквите  $a, b, \dots, z$ ). Каква е вероятността всички букви в паролата да са различни?

**Задача 15.** На първия етаж на административна сграда 7 души чакат асансьора. Всеки от тях отива в някой от офисите в сградата. Сградата има 16 етажа и на всеки етаж има равен брой офиси (на първия етаж няма офиси).

а) Каква е вероятността поне двама от чакащите да отиват на един и същи етаж?

б) Ако Вие сте един от седемте, каква е вероятността поне един от останалите 6 да отива на Вашия етаж?

\* \* \*

*В следващите задачи намерете вероятностите като използвате вградените функции, свързани с дискретни разпределения.*

**Задача 16.** Хвърляме зар 10 пъти. Каква е вероятността да се паднат само 2 шестници? Каква е вероятността да се паднат не повече от 2 шестници? Каква е вероятността да се паднат 2 или повече шестници? Каква е вероятността да се паднат между 3 и 8 шестници?

**Задача 17.** Хвърляме зар докато се падне шестлица. Каква е вероятността да хвърляме не повече от 10 пъти? Каква е вероятността да хвърляме поне 6 пъти?

**Задача 18.** Хвърляме зар докато се паднат три шестници. Каква е вероятността да хвърляме не повече от 20 пъти?

**Задача 19.** Фенерче работи с 2 батерии. Иван има 8 батерии, от които 5 са нови и 3 са изтощени, но не знае кои точно. Ако пробва с 2 случайно избрани батерии, каква е вероятността фенерчето да проработи?

**Задача 20.** Машинописка прави средно по една грешка на всеки 500 думи. На една страница има 300 думи. Каква е вероятността машинописката да направи не повече от 2 грешки на 5 страници? Каква е вероятността да направи между 1 и 3 грешки (включително) на 5 страници?

**Задача 21.** На студенти е даден тест от 10 въпроса, всеки с по 4 възможни отговора, един от които е верен. Иван се явява на теста без да е учил и огражда произволно отговори. Каква е вероятността да е отговорил вярно на поне 5 от въпросите?

**Задача 22.** За клинично проучване са необходими доброволци имащи определен ген, който се среща с вероятност  $1/10$ . Каква е вероятността да се тестват 5 или повече доброволци докато се намери първия доброволец с въпросния ген? Каква е вероятността да се тестват 50 или повече доброволци докато се намерят 10 доброволци с въпросния ген?

**Задача 23.** Средно веднъж на 90 дни в софийското метро възниква технически проблем, който води до спиране на движението на влаковете за поне 20 минути. Каква е вероятността за 360 дни да възникне такъв проблем повече от 3 пъти?

**Задача 24.** Теглим 10 случайно избрани карти от тесте с 52 карти (без връщане). Каква е вероятността да изтеглим поне 2 купи?

**Задача 25.** Теглим 10 пъти по една случайно избрана карта от тесте с 52 карти (с връщане). Каква е вероятността да изтеглим поне 2 купи?

**Задача 26.** Пациент в болница се нуждае от кръводарител с кръвна група АВ. Известно е, че 7% от населението е с кръвна група АВ. Потенциални кръводарители се тестват в болницата за определяне на кръвната им група.

а) Каква е вероятността да се тестват не повече от 10 души докато се открие кръводарител с кръвна група АВ?

б) Каква е вероятността измежду първите 50 тествани да има поне двама с кръвна група АВ?

\* \* \*

**Задача 27.** Генерирайте 500 случайни числа от равномерно разпределение в интервала  $(2, 3)$ . Начертайте хистограма на генерираните числа и на същата картинка добавете графика на плътността  $f(x)$ . Повторете същото с 5000 случайни числа.

**Задача 28.** Генерирайте 500 случайни числа от експоненциално разпределение с параметър  $\lambda = 1/7$ . Начертайте хистограма на генерираните числа и на същата картинка добавете графика на плътността  $f(x)$ . Повторете същото с 5000 случайни числа.

**Задача 29.** Генерирайте 500 случайни числа от нормално разпределение с параметри  $\mu = 0$ ,  $\sigma = 1$ . Начертайте хистограма на генерираните числа и на същата картинка добавете графика на плътността  $f(x)$ . Повторете същото с 5000 случайни числа.

**Задача 30.** Количеството (в милилитри) на душ гел в опаковка е равномерно разпределено в интервала  $(248, 255)$ . Каква е вероятността произволно избрана опаковка да съдържа по-малко от 250 мл душ гел? Намерете  $v$ , такова че произволно избрана опаковка съдържа поне  $v$  мл душ гел с вероятност 0.95.

**Задача 31.** Времето на живот (в хиляди часове) на лазерен диод е експоненциално разпределено с параметър  $\lambda = 1/10$ . Каква е вероятността времето на живот на произволно избран лазерен диод да надвишава 10 хиляди часа? Каква е вероятността времето на живот на произволно избран лазерен диод да е между 7 и 11 хиляди часа? Намерете  $t$ , такова че времето на живот на лазерен диод е поне  $t$  с вероятност 0.97.

**Задача 32.** Количеството кашкавал, което се изразходва в дадена пицария за една седмица, е нормално разпределено със средно 41 кг и стандартно отклонение 5 кг. Каква е вероятността в произволно избрана седмица пицарията да изразходи над 51 кг кашкавал? Каква е вероятността в произволно избрана седмица пицарията да изразходи между 45 и 50 кг кашкавал? Колко кашкавал трябва да има в запас в дадена седмица, така че да е достатъчно с вероятност 0.99?

**Задача 33.** Обемът течност, който машина налива в една чаша, е нормално разпределен със средно 252 мл и стандартно отклонение 3 мл. Разглеждаме събитията:

$A = \{\text{машината да налее в една чаша повече от 250 мл}\},$

$B = \{\text{в най-много 2 от общо 5 наливания машината да налее повече от 250 мл}\}.$

Намерете вероятностите на събитията  $A$  и  $B$ :

- 1) с помощта на симулации;
- 2) като използвате вградените функции, свързани с разпределения.

**Задача 34.** Намерете приближение на числото  $\pi$  като симулирате точки, попадащи равномерно във вътрешността на квадрат, и преброите каква част от тях попадат в кръга, вписан в квадрата.

**Задача 35.** Чрез подходящи симулации намерете приближение на интеграла

$$\int_{0.8}^4 \frac{e^{-x^2/2}}{\sqrt{2\pi}} dx.$$

**Задача 36.** Времето от зареждане до изтощаване на батерия на лаптоп при обичайна работа е нормално разпределено със средно 260 минути и стандартно отклонение 50 минути. Каква е вероятността батерия да се изтощи след повече от 4 часа работа? Каква е вероятността батерия да се изтощи след между 3 и 5 часа работа? Намерете  $t$ , такова че батерия се изтощава след повече от  $t$  минути с вероятност 0.9.

**Задача 37.** Обемът течност, който автомат за безалкохолни напитки налива в една чаша, е нормално разпределен със средно 205 мл и стандартно отклонение 2 мл. Каква е вероятността автоматът да налее в една чаша по-малко от 200 мл? Каква е вероятността автоматът да налее в една чаша между 200 и 205 мл?

**Задача 38.** Времето, през което потребител разглежда интернет страница преди да премине на друга страница, е експоненциално разпределено със средно 5 секунди. Каква е вероятността страница да бъде разглеждана от потребител повече от 10 секунди? След колко време 50% от потребителите са преминали на друга страница?

\* \* \*

**Задача 39.** Разгледайте данните `survey` от пакета `MASS`. Представете таблично и графично данните за физическите упражнения (`Exer`).

**Задача 40.** (Данни `survey` от пакета `MASS`.) Представете таблично и графично данните за пушенето (`Smoke`).

**Задача 41.** (Данни `survey` от пакета `MASS`.)

- а) Какъв процент от студентите са непушачи?
- б) Колко от студентите са непушачи и правят физически упражнения често?
- в) Какъв процент от студентите са непушачи и правят физически упражнения често?
- г) Какъв процент от непушачите правят физически упражнения често?
- д) Какъв процент от студентите, правещи физически упражнения често, са непушачи?

**Задача 42.** (Данни `survey` от пакета `MASS`.) Чрез подходящи графики илюстрирайте честотата на пушене в зависимост от честотата на физически упражнения.

**Задача 43.** (Данни `survey` от пакета `MASS`.) Чрез подходящи графики илюстрирайте честотата на физически упражнения в зависимост от честотата на пушене.

**Задача 44.** (Данни `survey` от пакета `MASS`.) Представете чрез подходящи таблици и графики данните за пулса на студентите (`Pulse`).

**Задача 45.** (Данни `survey` от пакета `MASS`.) Представете чрез подходящи таблици и графики данните за възрастта на студентите (`Age`).

\* \* \*

**Задача 46.** (Данни `survey` от пакета `MASS`.) Намерете медианата, средната стойност и стандартното отклонение на:

- а) пулса на студентите;
- б) пулса на жените;
- в) пулса на студентите на възраст не повече от 25 години;
- г) пулса на студентите, правещи физически упражнения често;
- д) пулса на студентите, които са непушачи и правят физически упражнения често.

**Задача 47.** (Данни `survey` от пакета `MASS`.) Чрез подходящи числови характеристики и графики покажете как пулсът се различава в зависимост от това дали студентът пише с лявата или с дясната ръка (`W.Hnd`).

**Задача 48.** Разгледайте данните `Traffic` от пакета `MASS`. Покажете как броят на пътните инциденти се различава в зависимост от това дали в съответния ден има ограничение на скоростта.

**Задача 49.** Генерирайте вектор  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_{500})$  с 500 случайни числа от:

- а)  $U(3, 7)$ ;
- б)  $\text{Exp}(1/5)$ ;
- в)  $\mathcal{N}(5, 1)$ .

За всеки от векторите постройте кутия с мустаци, ориентирана хоризонтално. Добавете на графиката  $\bar{x}$  и границите на интервала  $[\bar{x} - 3s, \bar{x} + 3s]$  като използвате функцията `points`.

**Задача 50.** (Данни [survey](#) от пакета [MASS](#).) Намерете медианата, средната стойност и стандартното отклонение на:

- а) възрастта на студентите;
- б) възрастта на пушачите;
- в) възрастта на пиещите с дясната ръка;
- г) възрастта на студентите с измерен пулс 70 и повече;
- д) възрастта на студентите, които не правят физически упражнения.

**Задача 51.** (Данни [survey](#) от пакета [MASS](#).) Представете графично височината на студентите. Чрез подходящи числови характеристики и графики сравнете височината на мъжете и жените.

**Задача 52.** (Данни [survey](#) от пакета [MASS](#).) Чрез подходящи числови характеристики и графики покажете как пулсът се различава в зависимост от честотата на физически упражнения ([Exer](#)).

**Задача 53.** Генерирайте случайни числа  $x_1, x_2, \dots, x_{5000}$  от експоненциално разпределение с параметър  $\lambda = 1/8$  и начертайте хистограма. Нека

$$y_i = 1 - e^{-\lambda x_i}, \quad i = 1, \dots, 5000.$$

Начертайте хистограма на числата  $y_i$ .

**Задача 54.** Генерирайте случайни числа  $x_1, x_2, \dots, x_{5000}$  от равномерно разпределение в интервала  $(0, 1)$  и начертайте хистограма. Нека

$$y_i = -(1/\lambda) \log(1 - x_i), \quad i = 1, \dots, 5000, \quad \lambda = 1/8.$$

Начертайте хистограма на числата  $y_i$  и на същата картинка добавете графика на плътността на експоненциално разпределение с параметър  $\lambda = 1/8$ .

\* \* \*

**Задача 55.** За  $n = 3, 7, 10, 30, 90, 200$  генерирайте данни  $x_1, x_2, \dots, x_n$  от експоненциално разпределение с параметър  $\lambda = 1/5$  и пресметнете  $\Sigma = x_1 + \dots + x_n$ . Повторете 10000 пъти.

$$\begin{array}{cccc} x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(10000)} \\ x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & \dots & x_2^{(10000)} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_n^{(1)} & x_n^{(2)} & \dots & x_n^{(10000)} \\ \Sigma^{(1)} & \Sigma^{(2)} & \dots & \Sigma^{(10000)} \end{array}$$

За всяко  $n$  начертайте хистограма на  $\Sigma^{(1)}, \Sigma^{(2)}, \dots, \Sigma^{(10000)}$ .

**Задача 56.** За  $n = 3, 7, 10, 30, 90, 200$  генерирайте данни  $x_1, x_2, \dots, x_n$  от експоненциално разпределение с параметър  $\lambda = 1/5$  и пресметнете  $\bar{x} = (x_1 + \dots + x_n)/n$ . Повторете 10000 пъти.

$$\begin{array}{cccc} x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(10000)} \\ x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & \dots & x_2^{(10000)} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_n^{(1)} & x_n^{(2)} & \dots & x_n^{(10000)} \\ \bar{x}^{(1)} & \bar{x}^{(2)} & \dots & \bar{x}^{(10000)} \end{array}$$

За всяко  $n$  начертайте хистограма на  $\bar{x}^{(1)}, \bar{x}^{(2)}, \dots, \bar{x}^{(10000)}$ .

**Задача 57.** Решете предходната задача като генерирайте данни от равномерно разпределение в интервала  $(2, 8)$ .

**Задача 58.** Времето на живот на електрическа крушка от даден тип има експоненциално разпределение със средно 900 часа. Измерено е времето на живот на 100 случайно избрани крушки. Каква е вероятността полученото средно време да е над 980 часа?

**Задача 59.** Времето на чакане (в секунди) на асансьор в сграда е равномерно разпределено в интервала  $(0, 60)$ . Ако засечем времето на чакане на 50 човека, каква е вероятността полученото средно време да е между 25 и 35 секунди?

**Задача 60.** Броят на поръчките, постъпващи за ден в дадена фирма, има Поасоново разпределение със средно 5. Нека  $X_1, \dots, X_{80}$  са поръчките в 80 случайно избрани дни. Намерете  $P(4.5 < \bar{X} < 5.5)$ .

**Задача 61.** Броят на стафидите в една кифличка, произведена в дадена пекарна, е случайна величина със следното разпределение:

брой	4	5	6	7
вероятност	0.2	0.4	0.3	0.1

Направена е извадка от 49 кифлички и са преброени стафидите във всяка. Каква е вероятността полученият среден брой стафиди да е над 5.5?

**Задача 62.** Регистрираният багаж на пътниците в даден самолет не трябва да надвишава общо 4000 кг. Количеството регистриран багаж на произволно избран пътник е случайна величина със средно 24 кг и стандартно отклонение 7 кг. Каква е вероятността общото количество регистриран багаж в самолет със 160 пътници да надвиши 4000 кг?

\* \* \*

**Задача 63.** Машина произвежда топки за тенис, чиито диаметър е случайна величина със средно  $\mu = 6.7$  см и стандартно отклонение  $\sigma = 0.1$  см. Измерен е диаметърът на 45 случайно избрани топки, произведени от машината. Средният диаметър на избраните топки е 6.756. Каква е вероятността средният диаметър на 45 случайно избрани топки да се отклонява от  $\mu$  с поне 0.056 (по модул)?

**Задача 64.** При 100 хвърляния на монета се паднало ези 64 пъти. Каква е вероятността да се падне ези 64 или повече пъти, ако монетата е балансирана (с вероятност за ези  $1/2$ )?

**Задача 65.** Измерена е дължината на дясното ухо на 66 случайно избрани жени на възраст между 18 и 30 години. Резултатите показват средна дължина 61.9 мм и стандартно отклонение 4 мм. Нека предположим, че популационната дисперсия е известна и  $\sigma^2 = (4.1)^2$ . Имаме ли основание да твърдим, че средната дължина на дясното ухо на жените на възраст между 18 и 30 години е различна от 60 мм?

**Задача 66.** Кадмият е тежък метал, който може да се натрупа до високи нива в гъбите. Измерена е концентрацията на кадмий в случайна извадка от 10 горски гъби събрани в дадена местност. Резултатите са следните (в мг/кг):

3.1   3.0   3.7   2.6   4.2   3.8   3.6   2.7   3.8   4.4

Може да предположим, че концентрацията на кадмий е нормално разпределена. Имаме ли основание да твърдим, че средната концентрация на кадмий в горските гъбите в дадената местност е по-малко от 4 мг/кг?

**Задача 67.** Проведен е експеримент, при който 38 домашни гълъба са пуснати на свобода от непознато място, което е на разстояние 106 км от дома им. От тях 22 намерили пътя към дома си. Преди провеждане на експеримента изследовател твърдял, че домашните гълъби намират пътя към дома си с вероятност над 51%. Подкрепят ли данните твърдението на изследователя?

**Задача 68.** Измерено е нивото на хемоглобин на 10 деца страдащи от специфична болест. Данните са:

12.3   11.2   14.2   15.3   14.8   13.5   11.1   15.1   15.4   13.2

Считаме, че нивото на хемоглобин има нормално разпределение.

а) Имаме ли основание да твърдим, че средното ниво на хемоглобин при децата страдащи от тази болест е различно от нормалното ниво от 14.6?

б) Имаме ли основание да твърдим, че средното ниво на хемоглобин при децата страдащи от тази болест е по-малко от 14.6?

**Задача 69.** Според проучване от 2009 година, около 7.5% от стоките в даден хипермаркет имат грешна цена на етикета. През 2010 е направено ново проучване и от 200 случайно избрани стоки, 14 били с грешна цена.

а) Имаме ли основание да твърдим, че процентът на стоки с грешна цена се е променил спрямо 2009 година?

б) Имаме ли основание да твърдим, че процентът на стоки с грешна цена е намалял спрямо 2009 година?



**Задача 70.** Според производител на автомат за безалкохолни напитки, средното количество, което налива автоматът в една чаша е 170 грама със стандартно отклонение 3.9 грама. За да се провери това, е измерено количеството течност при 50 наливания. Резултатите показват средно 168 грама и същото стандартно отклонение. Може ли да се твърди, че в средно автоматът налива по-малко от 170 грама?

\* \* \*

**Задача 71.** Преподавател дал два варианта (А и В) задачи на изпит. Резултатите от изпита са във файла `examAB.txt`. Може ли да се твърди, че в средно вариант В е по-труден от вариант А, т.е. в средно студентите получават по-малко точки ако им се е падне вариант В?

**Задача 72.** Проведен е експеримент, при който е измерено времето на реакция при 32 доброволци преди и след изпиване на 50 мл водка. Данните са във файла `reacttime.txt`. Може ли въз основа на данните да се заключи, че след употреба на 50 мл водка времето на реакция в средно се увеличава?

**Задача 73.** Направена е извадка от 200 болта, произведени от машина А и 200 болта, произведени от машина В. Дефектни се оказали 8 болта произведени от първата машина и 15 болта произведени от втората. Може ли да се твърди, че двете машини се различават по отношение на вероятността да произведат дефектен болт?

**Задача 74.** За всеки от следните случаи посочете дали данните представляват двойки наблюдения или са две независими извадки:

- 1) Избрани са 50 стоки, продавани в магазин за електроуреди, и за всяка стока е записана цената в магазин А и цената в магазин В.
- 2) За да се сравнят две марки електрически крушки е направен експеримент с по 65 крушки от всяка марка и е записано времето до изгаряне на всяка от крушките.
- 3) Оценките от първото и от второто контролно по *Увод в програмирането* на студентите от специалност КН.
- 4) Оценките по *Дискретни структури* на студентите от първа и от втора група от специалност КН.

**Задача 75.** Генерирайте данни  $x_1, x_2, \dots, x_n$  от  $\mathcal{N}(\mu = 5, \sigma^2 = 1)$  и данни  $y_1, y_2, \dots, y_n$  от  $\mathcal{N}(\mu = 5, \sigma^2 = 0.64)$ . Проверете хипотезата за равенство на средните. Повторете 10000 пъти за  $n = 20, 50, 100, 500$ . В каква част от случаите нулевата хипотеза се отхвърля?

**Задача 76.** Генерирайте данни  $x_1, x_2, \dots, x_n$  от  $\mathcal{N}(\mu = 5, \sigma^2 = 1)$  и данни  $y_1, y_2, \dots, y_n$  от  $\mathcal{N}(\mu = 5.2, \sigma^2 = 1)$ . Проверете хипотезата за равенство на средните. Повторете 10000 пъти за  $n = 20, 50, 100, 500, 1000$ . В каква част от случаите нулевата хипотеза се отхвърля?

**Задача 77.** При проучване направено през 2007 година от 500 анкетирани 26 били вегетарианци. През 2019 година е направено ново проучване, според което 43 от 540 анкетирани отговорили, че са вегетарианци. Дават ли ни тези данни основание да твърдим, че процентът на вегетарианците през 2019 година се е увеличил спрямо 2007 година?

**Задача 78.** За определяне на съдържанието на примеси в сплави на стомана съществуват два метода. В 8 проби е определено съдържанието на примеси по всеки от двата метода. Данните са следните:

Проба	Метод 1	Метод 2
1	1.2	1.4
2	1.3	1.7
3	1.5	1.5
4	1.4	1.3
5	1.7	2.0
6	1.8	2.1
7	1.4	1.7
8	1.3	1.6

Считаме, че данните са от нормално разпределение. Може ли да се приеме, че двата метода дават в средно едни и същи резултати?

**Задача 79.** За да се сравни скоростта на четене при различни шрифтове, на две групи от по 50 човека е даден един и същи текст, но на първата бил написан с един шрифт, а на втората с друг. Регистрирано е времето, за което всеки участник е прочел текста. Резултатите са: за първата група – средно 7.88 минути и стандартно отклонение 1.73; за втората група – средно 8.48 и стандартно отклонение 2.12. Може ли да се твърди, че средното време за четене е различно за двата шрифта?

\* \* \*

**Задача 80.** Измерена е дължината на дясното ухо на 66 случайно избрани жени на възраст между 18 и 30 години. Резултатите показват средна дължина 61.9 мм и стандартно отклонение 4 мм. Нека предположим, че популационната дисперсия е известна и  $\sigma^2 = (4.1)^2$ .

а) Намерете 95-процентен доверителен интервал за средната дължина на дясното ухо на жените на възраст между 18 и 30 години.

б) Ако са направени измервания на 88 жени и са получени същите резултати за средната дължина и стандартното отклонение, намерете 95-процентен доверителен интервал за средната дължина на дясното ухо на жените на възраст между 18 и 30 години.

**Задача 81.** Кадмият е тежък метал, който може да се натрупа до високи нива в гъбите. Измерена е концентрацията на кадмий в случайна извадка от 10 горски гъби събрани в дадена местност. Резултатите са следните (в мг/кг):

3.1   3.0   3.7   2.6   4.2   3.8   3.6   2.7   3.8   4.4

Може да предположим, че концентрацията на кадмий е нормално разпределена.

а) Намерете 95-процентен доверителен интервал за средната концентрация на кадмий в горските гъбите в дадената местност.

б) Намерете 90-процентен доверителен интервал за средната концентрация на кадмий в горските гъбите в дадената местност.

**Задача 82.** Проведен е експеримент, при който 38 домашни гълъба са пуснати на свобода от непознато място, което е на разстояние 106 км от дома им. От тях 22 намерили пътя към дома си. Намерете 95-процентен доверителен интервал за вероятността гълъб от дадения вид да намери пътя към дома си от непознато място на 106 км.

**Задача 83.** Генерирайте данни  $x_1, x_2, \dots, x_n$  от равномерно разпределение в интервала (5, 9). Намерете 95-процентен доверителен интервал за средното  $\mu$ . Повторете 10000 пъти за  $n = 20, 50, 100, 500$ . В каква част от случаите доверителният интервал съдържа 7?

**Задача 84.** Генерирайте данни  $x_1, x_2, \dots, x_n$  от равномерно разпределение в интервала (5, 9). Проверете хипотезата  $\mu = 7$  срещу  $\mu \neq 7$ . Повторете 10000 пъти за  $n = 20, 50, 100, 500$ . В каква част от случаите нулевата хипотеза не се отхвърля?

**Задача 85.** Генерирайте данни  $x_1, x_2, \dots, x_n$  от равномерно разпределение в интервала (5, 9). Намерете 95-процентен доверителен интервал за средното  $\mu$ . Проверете хипотезата  $\mu = 7$  срещу  $\mu \neq 7$ . Повторете 10000 пъти за  $n = 20, 50, 100, 500$ . В каква част от случаите доверителният интервал съдържа 7 и едновременно с това нулевата хипотеза не се отхвърля?

\* \* \*

**Задача 86.** Резултатите от 180 хвърляния на зар са дадени в таблицата:

1	2	3	4	5	6
28	36	36	30	27	23

Може ли да се счита, че зарът е балансиран?

**Задача 87.** Честотите на срещане на буквите в английския език са следните (в %):

E	T	A	O	I	N	S	R	H	D	other
12.02	9.10	8.12	7.68	7.31	6.95	6.28	6.02	5.92	4.32	26.28

В текст, състоящ се от 2004 букви, броят срещания на съответните букви е:

E	T	A	O	I	N	S	R	H	D	other
221	153	183	111	113	152	103	197	38	104	629

Може ли да се твърди, че текстът е на английски?

**Задача 88.** Според законите на Мендел, даден сорт грах може да има бели, розови или червени цветове, с вероятности съответно  $1/4$ ,  $1/2$ ,  $1/4$ . Направена е извадка от 564 растения от този сорт. От тях 141 цъфтели в бяло, 291 в розово и 132 в червено. В съгласие ли са тези резултати с теорията на Мендел?

**Задача 89.** В данните [pi2000](#) са първите 2000 цифри на числото  $\pi$ . Може ли да се счита, че всяка цифра се среща с една и съща вероятност?

**Задача 90.** Използвайте данните [survey](#) от пакета [MASS](#) и направете двумерна таблица на пушенето по пола. Проверете хипотезата за независимост между пушенето и пола.

**Задача 91.** Във файла [ManWomanEye.txt](#) има данни за цвета на очите на 204 семейни двойки. Има ли връзка между цвета на очите на мъжа и цвета на очите на жената?

**Задача 92.** Разгледайте данните [HairEyeColor](#). Има ли връзка между цвета на косата и цвета на очите?

**Задача 93.** В таблицата са представени данни за броя на пострадалите при катастрофи пътници, като са класифицирани по степен на нараняванията и по това дали пътникът е използвал препазен колан.

	Наранявания			
	Няма	Леки	Средни	Тежки
С колан	12813	647	359	42
Без колан	65963	4000	2642	303

Има ли връзка между използването на препазен колан и степента на нараняванията?

**Задача 94.** Симулирайте  $n$  хвърляния на балансиран зар. Като използвате генерирани данни, проверете хипотезата, че всяка от страните се пада с една и съща вероятност. Повторете 10000 пъти за  $n = 100, 200, 400$ . Колко често заключението на теста е вярно?

\* \* \*

**Задача 95.** Генерирайте данни  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, 100$ , като  $x_i$  са случайни числа от нормално разпределение  $\mathcal{N}(\mu = 5, \sigma^2 = 1)$  и

- а)  $y_i = 2x_i$ ;
- б)  $y_i = 2x_i + \varepsilon_i$ , където  $\varepsilon_i$  са случайни числа от  $\mathcal{N}(\mu = 0, \sigma^2 = 1)$ ;
- в)  $y_i = 2x_i + \varepsilon_i$ , където  $\varepsilon_i$  са случайни числа от  $\mathcal{N}(\mu = 0, \sigma^2 = 4)$ ;
- г)  $y_i = 0.1x_i + \varepsilon_i$ , където  $\varepsilon_i$  са случайни числа от  $\mathcal{N}(\mu = 0, \sigma^2 = 1/4)$ ;
- д)  $y_i$  са случайни числа от  $\mathcal{N}(\mu = 5, \sigma^2 = 1)$ ;
- е)  $y_i = -2x_i + \varepsilon_i$ , където  $\varepsilon_i$  са случайни числа от  $\mathcal{N}(\mu = 0, \sigma^2 = 1)$ .

За всеки от случаите представете данните графично и намерете корелацията.

**Задача 96.** Във файла `bac.txt` има данни за съдържанието на алкохол в кръвта (гра-мове алкохол на 100 мл кръв) в зависимост от броя на изпитите бутилки бира.

а) Постройте линеен модел. Напишете оцененото регресионно уравнение. Представете графично данните и построения линеен модел.

б) Интерпретирайте оценените коефициенти.

в) Имаме ли основание да твърдим, че има линейна връзка между броя на изпитите бутилки бира и съдържанието на алкохол в кръвта?

г) Може ли да се твърди, че при изпиването на още една бира съдържанието на алкохол в кръвта се увеличава средно с 0.02?

д) Намерете доверителен интервал за средното съдържание на алкохол в кръвта при 5 изпити бутилки бира.

е) За стойности на предиктора между 1 и 9, намерете доверителен интервал за средното съдържание на алкохол в кръвта и интервал за прогноза и ги илюстрирайте на графиката от а).

**Задача 97.** Генерирайте данни  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, 50$ , където:

$x_i$  са случайни числа от равномерно разпределение в интервала  $(1, 7)$ ;

$\varepsilon_i$  са случайни числа от нормално разпределение с параметри  $\mu = 0$  и  $\sigma$ ;

$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$ .

Разгледайте следните случаи за  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\sigma$ :

а)  $\beta_0 = 2$ ,  $\beta_1 = 1.5$ ,  $\sigma = 2$ .

б)  $\beta_0 = 2$ ,  $\beta_1 = 1.5$ ,  $\sigma = 1$ .

в)  $\beta_0 = 2$ ,  $\beta_1 = 0.17$ ,  $\sigma = 1$ .

Постройте линеен модел по данните  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, 50$ . Представете графично данните и построения линеен модел. Намерете  $R^2$  и доверителен интервал за  $\beta_1$ .

**Задача 98.** Генерирайте данни  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, 50$ , където:

$x_i$  са случайни числа от равномерно разпределение в интервала  $(1, 7)$ ;

$\varepsilon_i$  са случайни числа от нормално разпределение с параметри  $\mu = 0$  и  $\sigma = 2.5$ ;

$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i^2 + \varepsilon_i$ ;

$\beta_0 = 2$ ,  $\beta_1 = 1.1$ .

Постройте линеен модел по данните  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, 50$ . Представете графично данните и построения линеен модел. Намерете  $R^2$ .

**Задача 99.** Във файла [satgpa.txt](#) има данни за резултатите на 1000 студенти. Разгледайте следните променливи:

**sat\_v** резултат на Verbal SAT;

**sat\_m** резултат на Math SAT;

**sat\_sum** общ резултат на теста SAT;

**hs\_gpa** успех от гимназията;

**fy\_gpa** успех от първата година в колежа.

а) Постройте модел, който може да се използва за прогнозиране на успеха от първата година в колежа в зависимост от успеха от гимназията. Напишете оцененото регресионно уравнение. Направете подходяща графика.

б) Интерпретирайте коефициента пред предиктора. Може ли да се твърди, че има линейна връзка между двете променливи?

в) Прогнозирайте успеха от първата година в колежа на студент, чиито успех от гимназията е 3.5. Намерете доверителен интервал и интервал за прогноза.

г) Може ли да се получи по-добър модел, ако се включат и някои от останалите променливи?

**Задача 100.** Измерени са диаметра (в инчове), височината (във футове) и обема (в кубични футове) на 31 черешови дървета. Диаметърът е измерен на височина 54 инча от земята. Данните са във файла [cherry.txt](#).

а) Постройте модел, който може да се използва за прогнозиране на обема според диаметра на дървото. Напишете оцененото регресионно уравнение. Направете подходяща графика.

б) Интерпретирайте коефициента пред диаметра.

в) Постройте модел, който включва и височината. Интерпретирайте коефициента пред височината и коефициента пред диаметра.

г) Намерете доверителен интервал за средния обем на дърво с диаметър 14 инча и височина 70 фута.

д) Постройте модел, в който участва диаметърът на квадрат. Намерете доверителен интервал за средния обем на дърво с диаметър 14 инча и височина 70 фута и сравнете с резултата от г).

**Задача 101.** Във файла `duke_forest.csv` има данни за 98 продадени къщи. Разгледайте следните променливи:

**price** цена (в долари);  
**bed** брой спални;  
**bath** брой бани;  
**area** площ (в квадратни фута);  
**year\_built** година на построяване;  
**lot** площ на дворното място (в акри).

Постройте модел, който може да се използва за прогнозиране на цената според характеристиките на къщата.

**Задача 102.** Генерирайте данни  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ , където:

$x_i$  са случайни числа от равномерно разпределение в интервала  $(1, 10)$ ;  
 $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$ ;  
 $\beta_0 = 2$ ,  $\beta_1 = 5$ .

Разгледайте следните случаи за  $\varepsilon_i$ :

- $\varepsilon_i$  са случайни числа от нормално разпределение с параметри  $\mu = 0$ ,  $\sigma = 5$ ;
- $\varepsilon_i$  са случайни числа от експоненциално разпределение с параметър  $1/5$ .

Постройте линеен модел по данните  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Повторете 10000 пъти за  $n = 30, 50, 100, 500$ . За всеки от случаите и всяко  $n$  намерете:

- средното на  $\hat{\beta}_1$  на базата на 10000 повторения;
- колко често доверителният интервал за  $\beta_1$  съдържа истинската стойност;
- средната дължина на доверителния интервал за  $\beta_1$  на базата на 10000 повторения.

\* \* \*

\* \* \*

**Задача 103.** Нека  $x_1, \dots, x_{50}$  са наблюдения над случайна величина с очакване  $\mu$ . Наблюденията са записани във вектор **x** и е получен следният резултат от R:

One Sample t-test

data: x

t = -1.7012, df = 49, p-value = 0.09524

alternative hypothesis: true mean is not equal to 1.1

95 percent confidence interval:

0.7998512 1.1249405

- Илюстрирайте Р-стойността на графика (на ръка).
- Колко е Р-стойността, ако алтернативната хипотеза е  $\mu < 1.1$ ?
- Колко е Р-стойността, ако алтернативната хипотеза е  $\mu > 1.1$ ?

**Задача 104.** Като са използвани данните от 50 измервания на дадена величина е намерен 95-процентен доверителен интервал  $[25.0128, 26.0212]$  за средното  $\mu$ . Искаме да проверим хипотезата  $H_0 : \mu = 25$  срещу двустранна алтернатива при ниво на значимост  $\alpha = 0.05$ . Какъв извод ще направим (отхвърляме ли нулевата хипотеза)?

**Задача 105.** При 120 хвърляния на монета се паднало ези 74 пъти. Искаме да проверим хипотезата, че вероятността да се падне ези е  $1/2$  срещу двустранна алтернатива. Използваме следното правило: *отхвърляме нулевата хипотеза, ако  $z_{\text{obs}}$  е по-голямо по модул от 2.5.*

а) Какъв извод ще направим в конкретния случай?

б) Ако нулевата хипотеза е вярна, каква е вероятността да я отхвърлим използвайки посоченото правило?

**Задача 106.** За всеки от 70 случайно избрани домата от даден сорт са измерени две променливи:  $X$  и  $Y$ . Данните са записани съответно във векторите  $\mathbf{x}$  и  $\mathbf{y}$ . Получен е следният резултат от R:

```
> m1 <- lm(y ~ x)
> confint(m1)

                2.5 %    97.5 %
(Intercept)  1.02406175  4.7591657
x            -0.04332078  0.7999039
```

Дават ли ни данните основание да твърдим, че има линейна връзка между  $X$  и  $Y$ ?

**Задача 107.** За да се установи времето, необходимо на ученик да прочете даден текст, е направен тест с 30 ученици. Резултатите са следните (в минути):

25 29 18 29 22 20 27 24 20 29 18 20 31 25 21 24 24 21 18 24 24 29 25 24 27 22 25 22 27 25

Може ли да се твърди, че средното време, необходимо за прочитане на текста, е по-малко от 25 минути?

**Задача 108.** Разполагаме с данни за земетресенията в Южна Калифорния по ден от седмицата, за определен период от време (включени са земетресения с магнитуд поне 4.4 по Рихтер):

Ден от седмицата	пн	вт	ср	чт	пт	сб	нд
Брой земетресения	144	170	158	172	148	152	156

Дават ли ни тези данни основание да твърдим, че земетресение е равновероятно да се случи в кой да е ден от седмицата?

**Задача 109.** Извършен е следният експеримент с цел да се сравни добива от два сорта домати. Избрани са случайно по 36 растения от всеки сорт и е записан добива от всяко растение. Данните са във файла `tomato2.txt`. Имаме ли основание да твърдим, че средният добив от втория сорт е по-голям?

**Задача 110.** За да се сравни надеждността на две марки електромотори, са тествани по 30 мотора от всяка марка. От първата марка 22 мотора преминали теста успешно, докато от втората успешно преминали 16 мотора. Може ли да приемем, че електромоторите от първата марка са по-надеждни?

**Задача 111.** За да се изследва доколко се различават цените в две книжарници, са избрани 73 книги и за всяка книга е записана цената в първата книжарница и цената във втората книжарница. Данните са във файла [books.txt](#). Имаме ли основание да твърдим, че в средно в първата книжарница цените са по-високи?

**Задача 112.** Според скорошно изследване, направено сред 500 финландци, 89 от участниците имали непоносимост към лактоза. Според по-стари данни, 17 на сто от финландците имат непоносимост към лактоза. Имаме ли основание да твърдим, че делът на финландците с непоносимост към лактоза е повече от 17 на сто?

\* \* \*