

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Нововоронежский политехнический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(НВПИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДЕН:

Педагогическим советом

«17» *марта* 2023г., протокол № 550

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

«ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА»

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы бакалавриата: Управление и информатика в технических системах

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Нововоронеж 2023 г.

1. Паспорт фонда оценочных средств

1.1. Модели контролируемых компетенций:

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ОПК-1 Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ОПК-1 Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физикоматематический аппарат

ОПК-1 Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов

ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики

3-ОПК-1 Знать: принципы построения систем управления

У-ОПК-1 Уметь: анализировать задачи управления в технических системах

ОПК-1 Владеть: базовыми знаниями о типовых технических средствах автоматизации и управления

1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства		
			текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	аттестация раздела (неделя, форма)	Промежуточная аттестация
1	Теория вероятностей	ОПК-1	5КР, 8Т	13ИДЗ	УО по билетам
2	Математическая статистика	ОПК-1	15Т	17КР	УО по билетам

КР – контрольная работа; Т – тест; ИДЗ – индивидуальное домашнее задание; УО – устный опрос.

1.3. Основные показатели оценивания компетенций:

Соотнесение формируемых компетенций со знаниями, умениями и навыками приведено в следующей таблице:

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Математика» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)	
ОПК-1	З 1, З2,	У1,У-2	В1	ИДЗ, Т, КР,УО по билетам

Основные показатели оценивания знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенций, представлены в таблице:

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Основные показатели оценки результатов	Формируемые компетенции
З1 - определения, теоремы и инструменты всех разделов теории вероятностей и математической статистики;	Элементы комбинаторики: принцип произведения, принцип сложения, перестановки, размещения, сочетания. Случайное событие. Классическое определение вероятности. Геометрическое определение вероятности. Сумма и произведение событий. Противоположные события. Теорема сложения вероятностей. Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей. Полная группа событий. Формула полной вероятности, формула Байеса. Формула Бернулли. Локальная и интегральная теорема Лапласа. Формула Пуассона. Определение дискретной случайной величины и ее способы задания. Функция распределения, ее свойства и график. Свойства функции распределения. Числовые характеристики: Математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение. Свойства математического ожидания, дисперсии. Биномиальное распределение, ее числовые характеристики. Числовые характеристики биномиальной случайной величины. Непрерывные случайные величины. Связь плотностью распределения и функцией распределения. Свойство функции плотности. Равномерное распределение. Показательный закон распределения. Числовые характеристики показательного распределения. Нормальное распределение. Математическое ожидание нормального распределения. Вероятность попадания нормальной случайной вероятности в заданный интервал. Правило трех сигм. Законы больших чисел. Закон больших чисел и предельные теоремы. Основные понятия и определения математической статистики, вариационный ряд и статистическое распределение выборки. Выборочные числовые характеристики и точечные оценки. Эффективность точечных оценок, гистограмма частот и относительных частот по распределению выборки. Проверка статистических гипотез. Проверка гипотез для одной выборки.	ОПК-1

<p>32 - основные методы теории вероятностей и математической статистики.</p>	<p>Решение задач на определение элементов комбинаторики: принципа произведения, принципа сложения, перестановки, размещения, сочетания. Вычисление классической вероятности, геометрической вероятности. Применение теорем о сумме и произведении событий, вероятности противоположного события. Нахождение условной вероятности. Применение теорем умножения вероятностей, формулы полной вероятности, формула Байеса, формулы Бернулли, локальной и интегральной теоремы Лапласа, формулы Пуассона. Определение дискретной случайной величины и ее способы задания, построение графика функции распределения. Нахождение числовых характеристик: математического ожидания, дисперсии, среднего квадратичного отклонения. Решение задач на биномиальное распределение, ее числовые характеристики. Определение непрерывных случайных величин. Связь плотности распределения и функции распределения. Решение задач на равномерное распределение, показательный закон распределения, нормальное распределение их числовые характеристики. Нахождение вариационного ряда и статистического распределения выборки, объема выборки, выборочных числовых характеристик и определение точечных оценок. Построение гистограммы частот и относительных частот по распределению выборки, проверка статистических гипотез.</p>	<p>ОПК-1</p>
<p>У1- решать типовые математические задачи</p>	<p>Решать задачи на определение элементов комбинаторики: принципа произведения, принципа сложения, перестановки, размещения, сочетания. Вычислять классическую вероятность, геометрическую вероятность. Применять теоремы о сумме и произведении событий, вероятности противоположного события. Находить условную вероятность. Применять теоремы умножения вероятностей, формулы полной вероятности, формулу Байеса, формулу Бернулли, локальную и интегральную теоремы Лапласа, формулу Пуассона. Строить график функции распределения. Находить числовые характеристики. Решать задачи на биномиальное распределение, ее числовые характеристики. Связь плотности распределения и функции распределения. Решать задачи на равномерное распределение, показательный закон распределения, нормальное распределение их числовые характеристики. Находить вариационный ряд и статистическое распределение выборки, объем выборки, выборочные числовые характеристики и определять точечные оценки. Строить гистограммы частот и относительных частот по распределению выборки, проверка статистических гипотез.</p>	<p>ОПК-1</p>

У2 - самостоятельно использовать математический аппарат, содержащийся в литературе по прикладным наукам, расширять свои математические познания.	Уметь решать математические задачи из числа общеинженерных и специальных дисциплин	ОПК-1
В1 - первичными навыками и основными методами решения математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин	Владеть методами решения всех выше перечисленных типовых задач при решении математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин	ОПК-1

2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ для оценки знаний, умений, навыков по дисциплине

Типовые контрольные задания представлены в соответствии с перечнем оценочных средств по дисциплине в следующей структуре:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций;
- сами оценочные средства ;
- критерии и шкалы оценивания.

2.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Педагогический анализ уровня знаний студентов первого курса, полученных на базе среднего общего образования, проводится по единым тестам НИИ мониторинга качества образования через интернет-портал <http://diag.i-exam.ru/> по следующей обобщенной структуре измерительных материалов:

№ п/п	Наименование темы	Перечень учебных элементов
1	Степени и корни	знать: понятие корня n-ой степени уметь: выполнять тождественные преобразования с корнями и находить их значение

2	Тождественные преобразования алгебраических выражений	знать: правила выполнения тождественных преобразований рациональных выражений, разложение квадратного трехчлена на линейные множители уметь: раскладывать квадратный трехчлен на линейные множители, выполнять тождественные преобразования рациональных выражений
3	Преобразования тригонометрических выражений	знать: формулы приведения, значения тригонометрических функций основных углов уметь: выполнять простейшие преобразования тригонометрических выражений
4	Тождественные преобразования логарифмических выражений	знать: понятие логарифма, свойства логарифмов уметь: выполнять тождественные преобразования логарифмических выражений, применять свойства логарифмов
5	Задачи из практической деятельности и повседневной жизни	знать: способы представления данных, полученных из практических задач уметь: использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни
6	Текстовая задача	знать: методы решения текстовых задач уметь: строить и исследовать простейшие математические модели
7	Уравнения с переменной под знаком модуля	знать: методы решения уравнений с переменной под знаком модуля уметь: решать простейшие уравнения с переменной под знаком модуля
8	Иррациональные уравнения	знать: приемы решения иррациональных уравнений уметь: решать иррациональные уравнения
9	Логарифмические уравнения	знать: методы решения логарифмических уравнений уметь: решать простейшие логарифмические уравнения
10	Тригонометрические уравнения	знать: общие формулы решения простейших тригонометрических уравнений уметь: решать простейшие тригонометрические уравнения
11	Системы линейных уравнений	знать: методы решения систем линейных уравнений уметь: решать системы линейных уравнений с двумя неизвестными
12	Квадратные неравенства	знать: приемы решения неравенств второй степени уметь: решать неравенства второй степени
13	Показательные неравенства	знать: способы решения показательных и логарифмических неравенств уметь: решать показательные и логарифмические неравенства
14	Область определения функции	знать: определения элементарных функций уметь: находить области определения элементарных функций

15	Графики элементарных функций	знать: графики элементарных функций уметь: определять по графику соответствующую ему функцию
16	Производная функции	знать: формулы и правила нахождения производных уметь: находить производные элементарных функций
17	Наименьшее и наибольшее значения функции	знать: методы нахождения наименьшего и наибольшего значений непрерывной функции, заданной на отрезке уметь: находить наименьшее и наибольшее значения непрерывной функции, заданной на отрезке с помощью производной
18	Геометрический смысл определенного интеграла	знать: геометрический смысл определенного интеграла уметь: находить площадь криволинейной трапеции
19	Решение прямоугольных треугольников	знать: соотношения между сторонами и углами прямоугольного треугольника уметь: находить элементы прямоугольного треугольника
20	Применение геометрических знаний для решения практических задач	знать: формулы для нахождения поверхностей и объемов многогранников и круглых тел уметь: применять геометрические знания для решения практических задач
21	Элементы комбинаторики, статистики и теории вероятностей	знать: классическое определение вероятности уметь: находить вероятность события, используя определение вероятности

Критерии и шкала оценивания:

Критерий оценивания – процент правильно выполненных заданий, в соответствии с которым определяется уровень подготовки группы и отдельных студентов по следующей шкале:

Процент правильно выполненных заданий	Уровни усвоения
[70%-100%]	высокий
[40%-59%)	не высокий
[0%-39%)	низкий

2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

РАЗДЕЛ №1 «Теория вероятностей»

Контрольная работа (5 КР, 10б)

Вариант 1

№1. Из 9 билетов выигрышными являются 3. Найти вероятность того, что среди взятых наудачу 4 билетов 1) 2 выигрышных; 2) все выигрышные; 3) нет выигрышных.

Решение:

По формуле классической вероятности $P = \frac{m}{n}$, где n-общее число исходов; m-число благоприятствующих исходов:

$$1. P(A) = \frac{C_3^2 \times C_6^2}{C_9^4}$$

$$2. P(B) = \frac{C_3^3 \times C_6^1}{C_9^4}$$

$$3. P(C) = \frac{C_6^4}{C_9^4}$$

№2. Три стрелка стреляют в одну мишень: при этом известно, что вероятность попадания с одного выстрела равна: 0,7 у первого стрелка; 0,6 у второго стрелка; 0,5 у третьего. Найти вероятность того, что в результате одновременного выстрела в мишень будет только одна пробоина.

Решение:

По теореме умножения для независимых событий и теореме сложения для несовместных событий:

$$P = 0,7 \times 0,4 \times 0,5 + 0,3 \times 0,6 \times 0,5 + 0,3 \times 0,4 \times 0,5 = 0,29$$

№3. В группе спортсменов 20 лыжников, 6 велосипедистов и 4 бегуна. Вероятность выполнить квалификационную норму такова: для лыжника – 0,7; для велосипедиста – 0,8; для бегуна – 0,6. Найти вероятность того, что спортсмен, выбранный наудачу, выполнит норму.

Решение:

Гипотезы

H_1 – лыжник

H_2 – велосипедист

H_3 – бегун

Вероятности гипотез

$$P(H_1) = \frac{20}{30}$$

$$P(H_2) = \frac{6}{30}$$

$$P(H_3) = \frac{4}{30}$$

Событие A – спортсмен выполнил норму

Условные вероятности

$$P(A/H_1) = 0,7$$

$$P(A/H_2) = 0,8$$

$$P(A/H_3) = 0,6$$

По формуле полной вероятности

$$P(A) = \sum_i P(H_i) \times P(A/H_i) = \frac{20}{30} \times \frac{7}{10} + \frac{6}{30} \times \frac{8}{10} + \frac{4}{30} \times \frac{6}{10} = 0,7$$

№4. В магазин вошло 7 покупателей. Найти вероятность того, что трое из них совершат покупки, если вероятность совершить покупку для каждого покупателя одна и та же – 0,4.

Решение:

По формуле Бернулли

$$P_n(m) = C_n^m p^m q^{n-m}$$

$$n=7; m=3; p=0,4; q=1-p=0,6$$

$$P_7(3) = C_7^3 (0,4)^3 (0,6)^4$$

Вариант 2

№1. В ящике имеется 6 белых, 4 черных и 7 красных шаров. Наудачу взяли 3 шара. Найти вероятность того, что шары будут 1) один белый; 2) разных цветов; 3) одного цвета.

Решение:

По формуле классической вероятности $P = \frac{m}{n}$, где n-общее число исходов; m-число благоприятствующих исходов:

$$1. P(A) = \frac{C_6^1 \times C_2^{11}}{C_{17}^3}$$

$$2. P(B) = \frac{C_6^1 \times C_4^1 \times C_7^1}{C_{17}^3}$$

$$3. P(C) = \frac{C_6^3 + C_4^3 + C_7^3}{C_{17}^3}$$

№2. Рабочий обслуживает 3 станка. Известно, что вероятность бесперебойной работы на протяжении одного часа после наладки равна для первого станка – 0,7; для 2-го – 0,8; для 3-го – 0,5. Найти вероятность того, что за один час потребует вмешательства рабочего лишь один станок.

Решение:

По теореме умножения для независимых событий и теореме сложения для несовместных событий:

$$P = 0,7 \times 0,2 \times 0,5 + 0,3 \times 0,8 \times 0,5 + 0,3 \times 0,2 \times 0,5 = 0,049$$

№3. В первом ящике имеются 15 стандартных и 3 с браком радиолампы; во втором — 10 стандартных и 2 с браком. Из первого ящика взята наугад одна лампа и переложена во второй. После чего из второго ящика взята наугад лампа. Найти вероятность того, что эта лампа – стандартная.

Решение:

Гипотезы

H_1 – переложена стандартная лампа

H_2 – переложена бракованная лампа

Вероятности гипотез

$$P(H_1) = \frac{15}{18}$$

$$P(H_2) = \frac{3}{18}$$

Событие A – стандартная лампа из 2-го ящика

Условные вероятности

$$P(A/H_1) = \frac{10+1}{12+1} = \frac{11}{13}$$

$$P(A/H_2) = \frac{10}{12+1} = \frac{10}{13}$$

По формуле полной вероятности

$$P(A) = \sum_i P(H_i) \times P(A/H_i) = \frac{15}{18} \times \frac{11}{13} + \frac{3}{18} \times \frac{10}{13} = 0,8333$$

№4. В студии телевидения имеется 6 телевизионных камер. Для каждой камеры вероятность того, что она включена в данный момент, равна 0,4. Найти вероятность того, что в данный момент включены две камеры.

Решение:

По формуле Бернулли

$$P_n(m) = C_n^m p^m q^{n-m}$$

$$n=6; m=2; p=0,4; q=1-p=0,6$$

$$P_6(2) = C_6^2 (0,4)^2 (0,6)^4$$

Время выполнения: 40 мин

Критерии оценивания: 4 задания -10 баллов

3 задания – 8 баллов

2 задания – 6 баллов

Тест (8Т, 106)

(правильный ответ подчеркнут)

1. Математическое ожидание случайной величины x , заданной законом распределения вероятностей

X_i	-2	-1	0	1
p_i	0,2	0,3	0,2	0,3

равно....

1) 0,1

2) -0,4

3) 0,3

4) -0,2

2. Если непрерывная случайная величина X задана плотностью распределения

$$\text{вероятностей } f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}\right),$$

то распределение случайной величины X называется...

1) нормальным

2) показательным

3) биномиальным

4) равномерным

3. Если случайная величина X имеет закон распределения вероятностей

x_i	2	4	6	8
p_i	0,1	0,3	0,2	0,4

то $p(X < 5) = \dots$

1) 0,1

2) 0,3

3) 0,4

4) 0

4. Для любых случайных величин X и константы C имеет место равенство:

дисперсия $D(CX) = \dots$

1) $D(CX) = C^2 M(X)$

2) $D(CX) = (X)/C$

3) $D(CX) = CD(X)$

4) $D(CX) = C^2 D(X)$

5. Если случайная величина X задана плотностью распределения

$$f(x) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-1)^2}{8}}, \text{ то математическое ожидание случайной величины } X$$

равно:

1) 8

2) 1

3) 3/5

4) 2

6. Если случайная величина X задана плотностью распределения

$$f(x) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-1)^2}{8}}, \text{ то дисперсия случайной величины } X \text{ равна:}$$

1) 8

2) 1

3) 4

4) 2

7. Дискретная случайная величина задана законом распределения вероятностей:

X	-1	2	4
P	0,1	a	b

Тогда её математическое ожидание равно 3,3 если ...

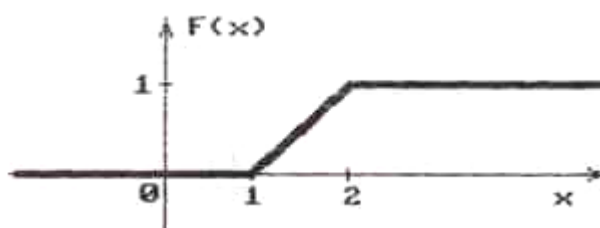
1) $a = 0,1; b = 0,8$

2) $a = 0,1; b = 0,9$

3) $a = 0,8; b = 0,1$

4) $a = 0,2; b = 0,7$

8. Если график функции распределения случайной величины x имеет вид



то $M(x) = \dots$

1) $3/4$

2) $1/4$

3) $3/2$

4) $2/3$

9. Если плотность распределения вероятностей имеет вид

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & x \in [a, b] \\ 0, & x \notin [a, b] \end{cases}$$

то распределение случайной величины X называется....

1) нормальным

2) показательным

3) биномиальным

4) равномерным

Время выполнения: 30 мин

Критерии оценивания: 9 заданий - 10 баллов

8 заданий – 8 баллов

6 заданий – 6 баллов

РАЗДЕЛ №2: «Математическая статистика»

Тест (15Т, 106)

(правильный ответ подчеркнут)

1. Если в результате шести опытов случайная величина приобрела значения 5; 7; 6; 3; 1; 2, то её выборочное среднее значение равно...
1) 4 2) 6 3) 12 4) 7
2. Реализация выборки случайной величины имеет вид 5, 16, 10, 5, 7, 8, 9, 16, 10, 5. Относительная частота значения 5 равна...
1) 3 2) 0,2 3) 0,5 4) 0,3
3. Дана выборка объема n . Если каждый элемент выборки увеличить в 5 раз, то выборочное среднее \bar{x} ...
1) увеличится в 25 раз
2) уменьшится в 5 раз
3) не изменится
4) увеличится в 5 раз
4. После 6 заездов автомобиля на определённой трассе были получены следующие значения его максимальной скорости в (м/с): 27; 38; 30; 37; 35; 31, значение несмещенной оценки математического ожидания максимальной скорости автомобиля равно....
1) 33 2) 15 3) 31 4) 38
5. В результате пяти измерений длины стержня одним прибором (без математических погрешностей) получены следующие результаты (в мм): 92; 94; 103; 105; 106. Несмещенная оценка длины стержня равна....
1) 106 2) 105 3) 94 4) 100
6. Если в результате пяти опытов случайная величина приобрела значения 3, 4, 7, 10, 6, то её выборочное среднее значение равно....
1) 10 2) 6 3) 5 4) 9
7. Интересуясь размером проданной в магазине мужской обуви, мы получили данные по 100 парам проданной обуви:

размер обуви	37	38	39	40	41	42	43
-----------------	----	----	----	----	----	----	----

число проданных пар	2	8	12	25	28	17	8
---------------------------	---	---	----	----	----	----	---

Мода распределения по размеру проданной обуви равна....

- 1) 42 2) 40 3) 41 4) 39

Время выполнения: 40 мин

Критерии оценивания: 7 заданий -10 баллов

6 заданий – 8 баллов

5 заданий – 6 баллов

Контрольная работа (17 КР, 106)

В результате эксперимента получены данные, записанные в виде статистического ряда.

- 1) найти размах варьирования и разбить ряд на 5 интервалов;
- 2) построить полигон частот, гистограмму относительных частот;
- 3) найти числовые характеристики выборки \bar{x} , $D_{\hat{a}}$;

1 вариант

19.8	16.3	12.0	10.0	11.2	13.4	17.6	18.0	20.0	10.9
14.7	15.3	12.7	18.1	19.4	12.1	13.6	15.4	19.6	18.0
16.3	12.7	15.4	13.0	11.7	14.6	17.5	16.7	15.0	18.7
11.1	13.4	17.5	18.9	20.0	10.0	17.7	18.1	18.0	13.4
14.6	12.4	18.3	16.2	17.0	14.2	15.3	11.8	15.7	19.9

1) Частичных интервалов $k = 5$.

Разобьем все значения от 10.0 до 20.0 на 5 интервалов:

[10.0 – 12.0), [12.0 – 14.0), [14.0 – 16.0), [16.0 – 18.0), [18.0 – 20.0].

Зададим статистическое распределение выборки в виде последовательности интервалов и соответствующих им частот. В качестве частоты интервала принимают количество вариантов, попавших в интервал.

Размах $R = x_{\max} - x_{\min} = 20 - 10 = 10$.

Сумма частот n_i вариант $\sum_{i=1}^5 n_i = n = 50$ должна быть равна объему выборки n ;

длина частичного интервала (шаг) $h = \frac{20 - 10}{5} = 2$.

Полученная таблица является статистическим распределением выборки.

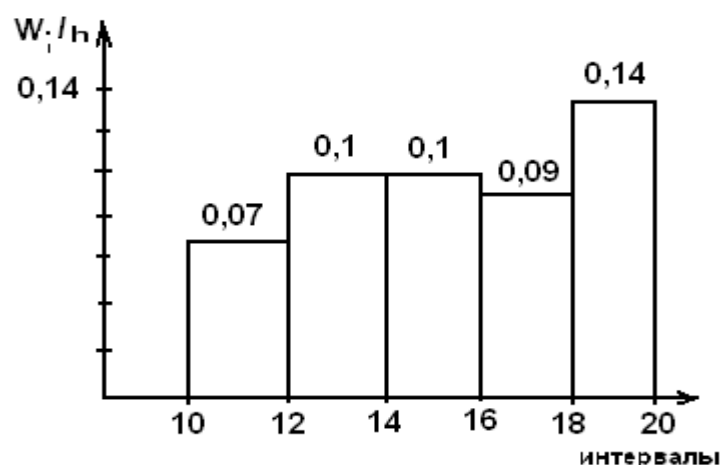
№ интервала	Частичные интервалы	Сумма частот вариант
-------------	---------------------	----------------------

i	$x_i - x_{i+1}$	интервала n_i
1	10.0 – 12.0	7
2	12.0 – 14.0	10
3	14.0 – 16.0	10
4	16.0 – 18.0	9
5	18.0 – 20.0	14

Найдем относительные частоты $W_i = \frac{n_i}{n}$ и плотность относительной частоты W_i/h

Частоты	Относительные частоты	Плотность относит. частоты
n_i	$W_i = \frac{n_i}{n}$	W_i/h
7	$\frac{7}{50} = 0.14$	0.07
10	$\frac{10}{50} = 0.2$	0.1
10	$\frac{10}{50} = 0.2$	0.1
9	$\frac{9}{50} = 0.18$	0.09
14	$\frac{14}{50} = 0.28$	0.14

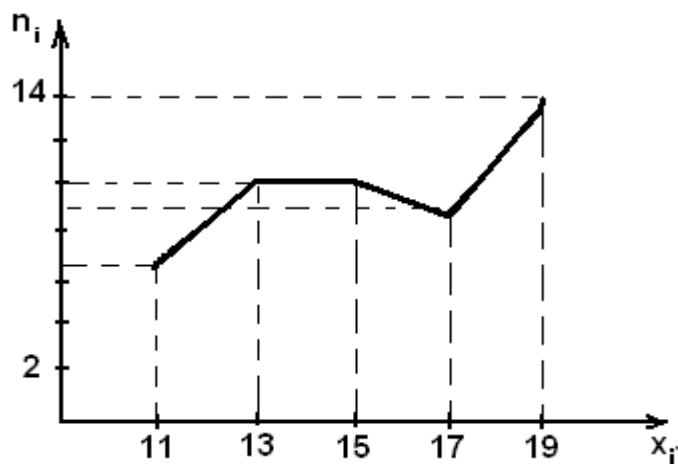
2) Построим гистограмму частот и относительных частот по данному распределению выборки объема $n=50$



Гистограмма относительных частот

Построим полигон частот. Примем середины интервалов в качестве новых вариантов x_i и составим статистическое распределение выборки

x_i	11	13	15	17	19
n_i	7	10	10	9	14



Полигон частот

3) Вычислим выборочную среднюю $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 n_i \cdot x_i$,

где x_i - варианта, n_i - частота, n - объем выборки.

$$\bar{x} = \frac{1}{50} (7 \cdot 11 + 10 \cdot 13 + 10 \cdot 15 + 9 \cdot 17 + 14 \cdot 19) = 15,52.$$

Вычислим выборочную дисперсию:

$$D_a = \bar{x}^2 - [\bar{x}]^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 n_i \cdot x_i^2 - [\bar{x}]^2 = 7,9696$$

Вычислим выборочное среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma_a = \sqrt{D_a} = 2,7634.$$

2 вариант

189	207	213	208	186	210	198	219	229	227
202	211	220	216	227	220	210	183	213	190
197	227	187	226	213	191	209	196	202	230
211	214	220	195	182	228	202	207	192	226
193	203	232	202	215	195	220	230	214	185

1) Частичных интервалов $k = 5$.

Разобьем все значения от 180 до 230 на 5 интервалов:
 [180 – 190), [190– 200), [200 – 210), [210– 220), [220– 230].

Зададим статистическое распределение выборки в виде последовательности интервалов и соответствующих им частот. В качестве частоты интервала принимают количество вариантов, попавших в интервал.

Размах $R = x_{\max} - x_{\min} = 230 - 182 = 48$.

Сумма частот n_i вариант $\sum_{i=1}^5 n_i = n = 50$ должна быть равна объему выборки n ;

длина частичного интервала (шаг) $h = \frac{230-180}{5} = 10$

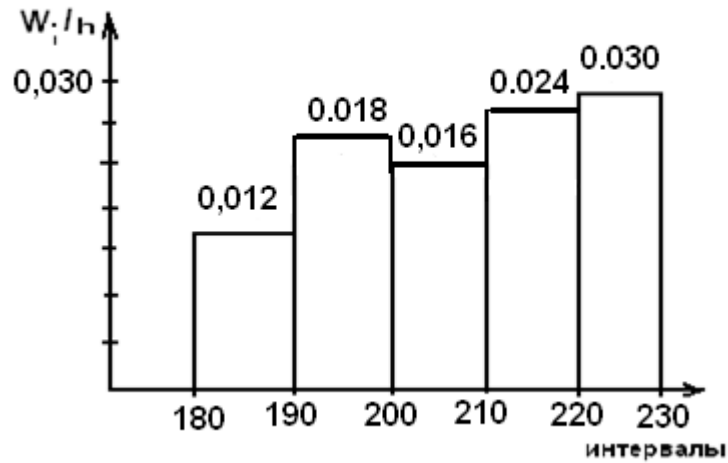
Полученная таблица является статистическим распределением выборки.

№ интервала i	Частичные интервалы $x_i - x_{i+1}$	Сумма частот вариант интервала n_i
1	180 – 190	6
2	190– 200	9
3	200 – 210	8
4	210– 220	12
5	220– 230	15

Найдем относительные частоты $W_i = \frac{n_i}{n}$ и плотность относительной частоты W_i/h

Частоты	Относительные частоты	Плотность относит. частоты
n_i	$W_i = \frac{n_i}{n}$	W_i/h
6	$\frac{6}{50} = 0.12$	0.012
9	$\frac{9}{50} = 0.18$	0.018
8	$\frac{8}{50} = 0.16$	0.016
12	$\frac{12}{50} = 0.24$	0.024
15	$\frac{15}{50} = 0.30$	0.030

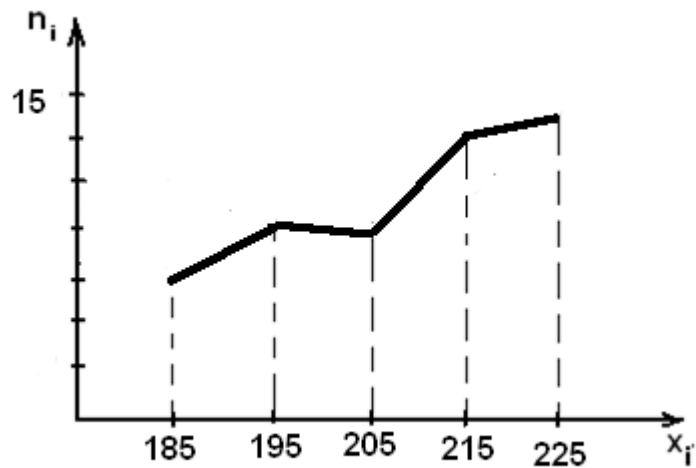
2) Построим гистограмму частот и относительных частот по данному распределению выборки объема $n=50$



Гистограмма относительных частот

Построим полигон частот. Примем середины интервалов в качестве новых вариант x_i и составим статистическое распределение выборки

x_i	185	195	205	215	225
n_i	6	9	8	12	15



Полигон частот

3) Вычислим выборочную среднюю $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 n_i \cdot x_i$,

где x_i - варианта, n_i - частота, n - объем выборки.

$$\bar{x} = \frac{1}{50} (6 \cdot 185 + 9 \cdot 195 + 8 \cdot 205 + 12 \cdot 215 + 15 \cdot 225) = 219.$$

Вычислим выборочную дисперсию:

$$D_{\hat{a}} = \bar{x}^2 - [\bar{x}]^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 n_i \cdot x_i^2 - [\bar{x}]^2 = 18,21$$

Вычислим выборочное среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma_{\bar{a}} = \sqrt{D_{\bar{a}}} = 4,27$$

Время выполнения: 40 мин

Критерии оценивания: 3 задания -10 баллов
2 задания – 6 баллов