УНИВЕРСИТЕТ ЗА НАЦИОНАЛНО И СВЕТОВНО СТОПАНСТВО
ФАКУЛТЕТ „ПРИЛОЖНА ИНФОРМАТИКА И СТАТИСТИКА“
КАТЕДРА „СТАТИСТИКА И ИКОНОМЕТРИЯ“

УТВЪРЖДАВАМ,
ЗАМ.-РЕКТОР ПО НИД: /п/
(доц. д-р Мария Воденичарова)

ИЗПИТНА ПРОГРАМА

за провеждане на конкурсен изпит за прием на докторанти в УНСС
по специалност „СТАТИСТИКА, ИКОНОМЕТРИЯ И ДЕМОГРАФИЯ“

ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящата програма е разработена в съответствие с Правилника за прием на докторанти в УНСС.

Приемът на докторанти в специалност „Статистика и иконометрия“ се осъществява чрез конкурс.

Конкурсният изпит се провежда от комисия, която включва трима преподаватели – хабилитирани лица или лица, притежаващи образователна и научна степен „доктор“ в рамките на професионалното направление на конкурса и се състои от две части – писмена и устна, с отделни оценки за всяка част.

Писменият изпит се състои от два модула – развиване на изпитна тема и решаване на практическа задача.

Развиването на изпитна тема (модул 1) се извършва въз основа на изтеглена на случаен принцип тема от първата част на настоящата изпитната програма.

Решаването на практическа задача (модул 2) е свързано с намирането на решение на проблемна ситуация по предварително указана информация. Пример за такава задача е представена във втора част на настоящата програма, а на самия изпит ще бъде включена задача по избрана тема от изпитната програма.

Писменият изпит е анонимен и продължава 4 (четири) астрономически часа – общо за двата модула.

Оценяването на двата модула се извършва поотделно за всеки модул, а крайната оценка от писмения изпит се получава като средна аритметична от оценките от двата модула.

До устен изпит се допускат кандидатите, получили оценка от писмения изпит не по-ниска от „много добър“ (4,50).

Устният изпит се провежда под формата на събеседване с кандидат-докторанта по развитата от него изпитна тема и решената от него практическа задача.

За успешно положил изпита се счита кандидат, който е получил средна аритметична оценка от писмения и от устния изпит не по-ниска от „много добър“ (5,00).

ПЪРВИ МОДУЛ – РАЗВИВАНЕ НА ИЗПИТНА ТЕМА

1. **Основни понятия в статистиката** – статистическа съвкупност, статистическа единица, статистически признаци, скали на измерване. Същност и видове статистически изследвания. Етапи на статистическото изследване. Статистическо наблюдение. Грешки при наблюдението и регистрация на първични данни.

2. **Едномерни честотни разпределения** – същност и видове. Насоки на характеризиране на едномерните честотни разпределения. Средни величини – същност и видове. Статистическо разсейване – същност и измерители. Характеристики за формата на разпределенията – асиметрия и ексцес.

3. **Извадкови статистически изучавания** – същност, видове, основни понятия. Репрезентативни извадки – същност, видове и техники на подбор на единиците. Статистическо оценяване – основни понятия и дефиниции. Видове оценки. Оценка на средна аритметична и относителен дял при проста случайна извадка. Стохастично разпределение, централна пределна теорема. Среден и максимален размер на стохастичната грешка. Интервална оценка на средна аритметична и относителен дял. Обем на извадка.

4. **Статистическа проверка на хипотези** – същност, видове, основни понятия. Етапи на процедурата за статистическа проверка на хипотези. Параметрични и непараметрични методи за проверка на хипотези. Статистическа проверка на хипотези относно разлика между средните аритметични. Статистическа проверка на хипотези за съвпадение между емпирично и теоретично разпределение.

5. **Статистическо характеризиране на развитието**. Същност и видове времеви /динамични/ редове. Подходи при анализа на времевите редове. Компоненти на развитието. Анализ на общото развитие. Елементарни измерители на развитие. Статистически индекси – същност, видове, приложение. Единични и множествени индекси. Основни приложения: индекс на инфлация, индекс на покупателна способност, индекс-дефлатор.

6. **Статистическо изследване на зависимости** – същност и направления на анализа. Критерии за избор на метод при изследване на зависимости. Изследване на връзки между явления, разположени на слаби скали на измерване. Хи-квадрат анализ – същност, познавателно значение и условия за приложение. Етапи на приложение на еднофакторен Хи-квадрат анализ. Измерване силата на връзката между две явления, разположени на слаби скали.

7. **Дисперсионен анализ** – същност, познавателно значение и условия за приложение. Етапи на приложение на еднофакторен дисперсионен анализ. Линейни контрасти. Многофакторен дисперсионен анализ.

8. **Възникване и развитие на иконометрията**. Роля на иконометричните модели в икономическия анализ. Статистическият метод в емпиричните икономически изследвания. Икономически и иконометричен модел: основни характеристики.

9. **Иконометрично моделиране** - същност. Регресионният анализ като основен статистически метод за иконометрично моделиране на зависимости. Видове регресионни модели. Единична линейна регресия. Оценка на параметрите на единичния линеен регресионен модел чрез метод на най-малките квадрати. Условия за приложение на МНМК. Количествени измерители на зависимостта при регресионния анализ – регресионен коефициент, коефициент на корелация, коефициент на детерминация, стандартна грешка на модела.

10. **Проверки на статистически хипотези при регресионния анализ** – същност и видове проверки. Проверка на хипотеза за адекватност на единичния линеен регресионен модел. Стохастична точност на оценките на параметрите на модела. Проверка на хипотеза за статистическа значимост на параметрите на модела: същност и роля в иконометричния анализ.

11. **Множествен регресионен анализ.** Множествена линейна регресия. Класически и матричен подход при множествения регресионен анализ. Проверка на хипотеза за статистическа значимост на параметрите на модела, проверка на съвместна линейна хипотеза за влиянието на факторните променливи. Проблеми при приложението на множествения регресионен анализ. Проверка за наличие на мултиколинеарност. Избор на факторни променливи в множествения регресионен модел.

12. **Иконометрично моделиране на динамика.** Изисквания към построяване на времеви редове. Компоненти на времевия ред: основни видове и формиращи фактори. Моделиране на тренда: същност и видове модели. Линеен трендови модел – оценка на параметрите и прогнозиране. Приложение на регресионния и корелационния анализ към динамични редове – проблеми.

ВТОРИ МОДУЛ – РЕШАВАНЕ НА ПРАКТИЧЕСКА ЗАДАЧА

ПРИМЕРНА ЗАДАЧА. Маркетинговият отдел на една компания е установил, че различните цени на даден продукт водят до различно търсено количество.

Резултатите от наблюдението на цените и търсените количества на този продукт са представени в следващата таблица:

Таблица 1. Цена и търсено количество на продукта

№	**Цена** (лв.)	**Търсено количество** (хил. броя)
1	3	10
2	4	9
3	5	6
4	6	5
5	7	2

Изберете подходящи методи и въз основа на горепосочената информация:

- установете силата и посоката на връзката между цената и търсеното количество;
- моделирайте тази връзка.

Тълкувайте получените резултати!

ВАРИАНТИ ЗА РЕШЕНИЕ НА ЗАДАЧАТА

Задачата може да бъде решена по 3 начина, като е достатъчно на изпита решението да бъде направено **само по един** от следните варианти:

Първи вариант – решение без използването на софтуер.

Решение на първата част от задачата:

Тъй като цената и търсеното количество на стоката са метрирани (вариационни) признаци, за изследване на силата и посоката на връзката ще бъде използван корелационния анализ. За целта може бъде изчислен корелационния коефициент по формулата:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N} (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N} (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^{N} (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Където X_i са стойностите на цената, $\bar{X}$ е средна аритметична цена, Y_i са стойностите на търсеното количество, $\bar{Y}$ е средната аритметична на търсеното количество, а N е броят на наблюденията ($N=5$).

Намираме средната аритметична на цената $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N} = \frac{25}{5} = 5$ лв. и на търсеното количество $\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{N} Y_i}{N} = \frac{35}{5} = 6$ хил.бр.

След това може да се построи следната помощна таблица:

Таблица 2. Помощна таблица на изчисляване на коефициента на корелация

№	X_i	Y_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$Y_i - \bar{Y}$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$
1	3	10	-2	4	3	9	-6
2	4	9	-1	1	2	4	-2
3	5	7	0	0	0	0	0
4	6	5	1	1	-2	4	-2
5	7	4	2	4	-3	9	-6
Сума	25	35	-	10	-	26	-16

Получените суми се заместват в горепосочената формула за коефициента на корелация, при което се получава:

$$r = \frac{-16}{\sqrt{10.26}} \approx -0{,}992$$

Извод: тъй като полученият коефициент на корелация е отрицателен и има стойност близо до долната си граница (която е -1), може да се направи извода, че между цената и търсеното количество на тази стока съществува много силна обратна връзка.

Решение на втората част от задачата:

Тъй като цената и търсеното количество са метрирани признаци, за моделиране на връзката между тях ще бъде използван регресионния анализ. Факторът (независимата променлива) следва да бъде цената X_i, която оказва влияние на търсеното количество, което е резултативна (зависима) променлива Y_i.

За целта може да бъде използван следния линеен модел:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1.X_i + \varepsilon_i$$

Където β_0 и β_1 са параметрите на модела, които ще бъдат намерени, а ε_i е случайния компонент. Останалите символи са посочени по-горе.

За да се намерят параметрите на модела ще бъде решена следната система от две уравнения с две неизвестни:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{N} Y_i = N.\beta_0 + \beta_1 \sum_{i=1}^{N} X_i \\ \sum_{i=1}^{N} Y_i X_i = \beta_0 \sum_{i=1}^{N} X_i + \beta_1 \sum_{i=1}^{N} X_i^2 \end{cases}$$

За решаването на системата ще бъде построена нова помощна таблица.

Таблица 3. Помощна таблица за намиране на параметрите на модела

№	X_i	Y_i	$Y_i X_i$	X_i^2
1	3	10	30	9
2	4	9	36	16
3	5	7	35	25
4	6	5	30	36
5	7	4	28	49
Сума	25	35	159	135

След заместване на получените суми в горепосочената система се получава:

$$\begin{cases} 35 = 5.\beta_0 + 25.\beta_1 \\ 159 = 25.\beta_0 + 135.\beta_1 \end{cases}$$

Ако първото уравнение се умножи по -5 и се събере с второто уравнение ще се получи:

$$-175 + 159 = -25.\beta_0 + 25.\beta_0 - 125.\beta_1 + 135.\beta_1$$

от което следва, че $-16 = 10.\beta_1$, т.е. $\boldsymbol{\beta_1 = -1,6}$.

Ако получената стойност на β_1 я заместим в първото уравнение ще се получи:

$35 = 5.\beta_0 + 25.(-1,6)$ от което следва, че $35 = 5.\beta_0 - 40$, т.е. $75 = 5.\beta_0$ или $\beta_0 = 15$

Следователно, моделът на връзката между цената и търсеното количество има вида:

$$\boldsymbol{Y_i = 15 - 1,6.X_i}$$

Изводи: От получената стойност за параметъра $\boldsymbol{\beta_1 = -1,6}$ може да се направи извода, че ако се увеличи цената на изследвания продукт с 1 лев, то може да се очаква, че търсеното количество ще намалее с 1,6 хил. броя. Този параметър има свойството на пределна величина в линейния модел. Параметърът β_0 няма съдържателна интерпретация (не се тълкува).

Втори вариант – решение чрез използване на Excel.

Решение на първата част от задачата:

Ако приемем, че стойностите на цената са въведени в Excel в клетките от B2 до B6, а стойностите на търсеното количество е в клетките от C2 до C6, то за изчисляването на коефициента на корелация бихме могли да използваме формулата = CORREL(B2:B6;C2:C6)

	A	B	C
1	№	X_i	Y_i
2	1	3	10
3	2	4	9
4	3	5	7
5	4	6	5
6	5	7	4
7			
8	= CORREL(B2:B6;C2:C6)		

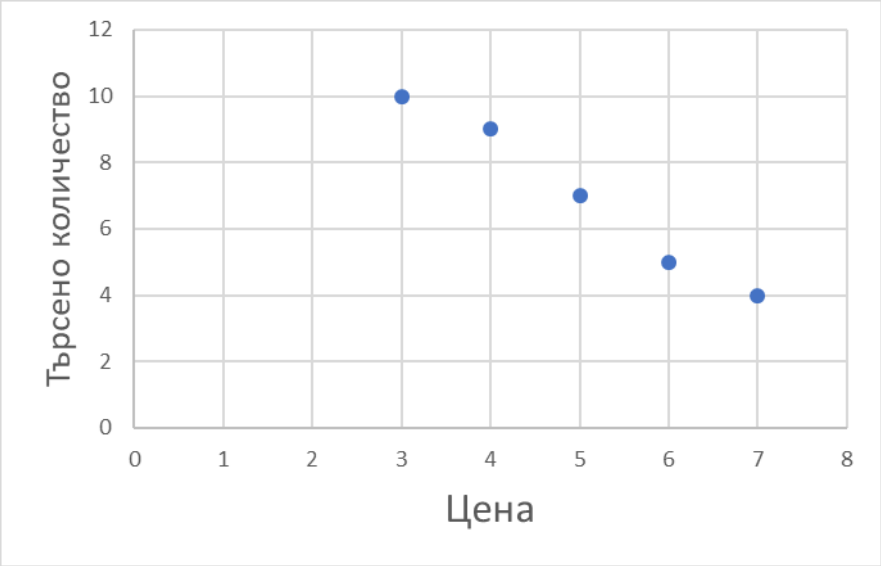
Резултатът отново е $r \approx -0,992$

Извод: Тъй като полученият коефициент на корелация е отрицателен и има стойност близо до долната си граница (която е -1), може да се направи извода, че между цената и търсеното количество на тази стока съществува много силна обратна връзка.

Решение на втората част от задачата:

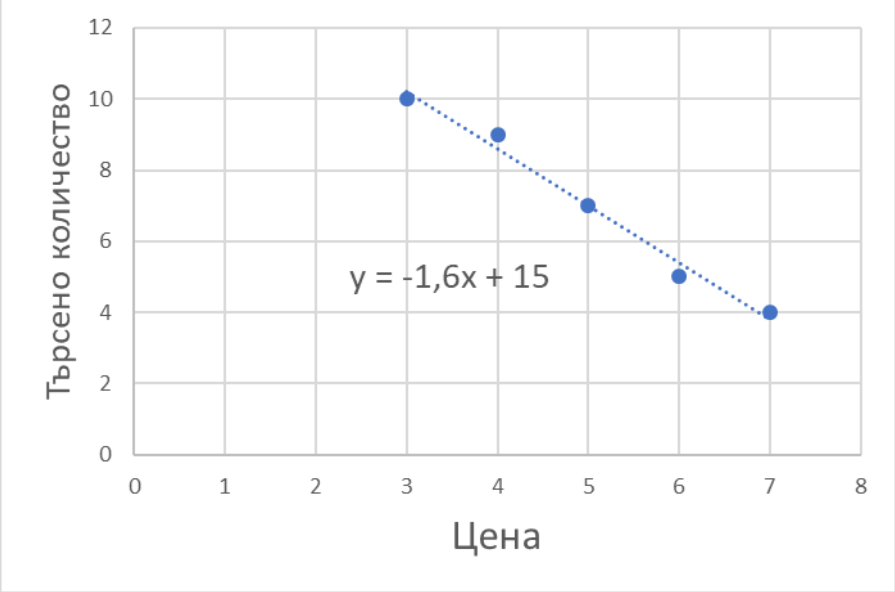
Построяваме точкова диаграма в Excel, където на абсцисната ос са нанесени стойностите на цената, а на ординатната ос са търсените количества. Визуално това е представено на фигура 1.

Фигура 1. Цена и търсено количество на изследвания продукт



От Фигура 1 се забелязва, че при увеличаване на цената, търсеното количество намалява. Добавяме регресионната линия, заедно с оценените параметри на модела, което е представено на Фигура 2.

Фигура 2. Цена, търсено количество и регресионен модел за връзката между тях.



На Фигура 2 са представени стойностите на параметрите на регресионния модел, както се забелязва, че $\beta_0 = 15$, а $\boldsymbol{\beta_1 = -1,6}$.

Следователно, моделът на връзката между цената и търсеното количество има вида:

$$\boldsymbol{Y_i = 15 - 1,6.X_i}$$

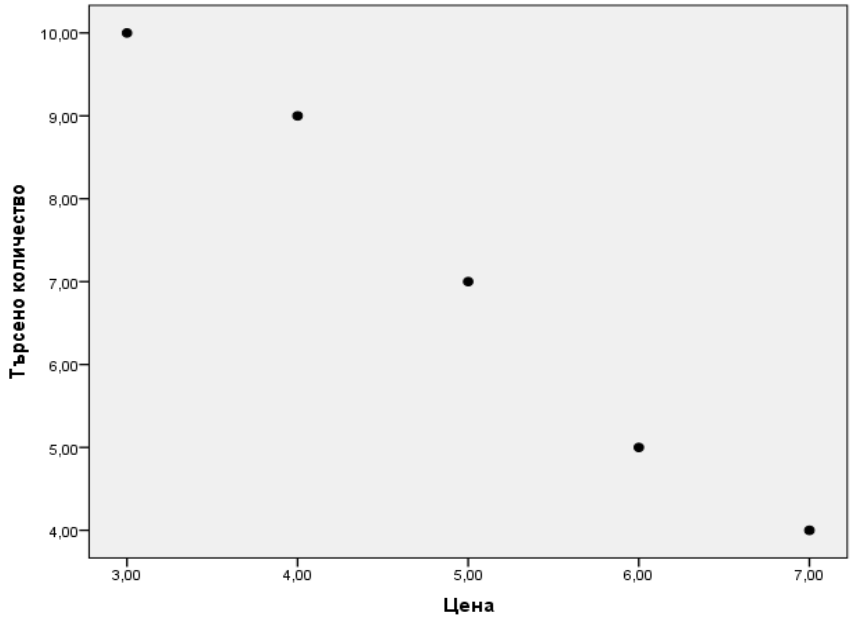
Изводи: От получената стойност за параметъра $\beta_1 = -1,6$ може да се направи извода, че ако се увеличи цената на изследвания продукт с 1 лев, то може да се очаква, че търсеното количество ще намалее с 1,6 хил. броя. Този параметър има свойството на пределна величина в линейния модел. Параметърът β_0 няма съдържателна интерпретация (не се тълкува).

Трети вариант – решение чрез използване на SPSS.

Решение на първата част от задачата:

За ориентир относно вида на връзката между цената и търсеното количество на продукта може да се използва линейна диаграма. Тя е представена на Фигура 3.

Фигура 3. Цена и търсено количество на изследвания продукт



От Фигура 3 се забелязва, че между цената и търсеното количество може да се очаква, че съществува обратна връзка, тъй като с увеличаване на цената, търсеното количество намалява.
Изчисленият корелационен коефициент е представен в Таблица 4:

Таблица 4. Корелационна матрица за връзката между цената и търсеното количество

		P Цена	Q Търсено количество
P Цена	Pearson Correlation	1	-,992**
	Sig. (2-tailed)		,001
	N	5	5
Q Търсено количество	Pearson Correlation	-,992**	1
	Sig. (2-tailed)	,001	

	N	5	5

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Коефициентът на корелация отново е $r \approx -0,992$

Извод: Тъй като полученият коефициент на корелация е отрицателен и има стойност близо до долната си граница (която е -1), може да се направи извода, че между цената и търсеното количество на тази стока съществува много силна обратна връзка.

Решение на втората част от задачата:

За целта ще бъде използван линеен регресионен анализ, при който зависимата променлива е търсеното количество, а независимата променлива е цената. Данните са въведени в SPSS. Резултатите от приложения регресионен анализ са представени в Таблица 5.

Таблица 5. Резултати от регресионния анализ.

Variables Entered/Removed[a]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	P Цена[b]	.	Enter

a. Dependent Variable: Q Търсено количество

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,992[a]	,985	,979	,36515

a. Predictors: (Constant), P Цена

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	25,600	1	25,600	192,000	,001[b]
	Residual	,400	3	,133		
	Total	26,000	4			

a. Dependent Variable: Q Търсено количество

b. Predictors: (Constant), P Цена

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
	(Constant)	15,000	,600		25,000	,000
	P Цена	-1,600	,115	-,992	-13,856	,001

a. Dependent Variable: Q Търсено количество

В Таблица 5 са представени стойностите на параметрите на регресионния модел, където $\beta_0 = 15$, а $\boldsymbol{\beta_1 = -1,6}$.

Следователно, моделът на връзката между цената и търсеното количество има вида:

$$\boldsymbol{Y_i = 15 - 1,6.X_i}$$

Изводи: От получената стойност за параметъра $\boldsymbol{\beta_1 = -1,6}$ може да се направи извода, че ако се увеличи цената на изследвания продукт с 1 лев, то може да се очаква, че търсеното количество ще намалее с 1,6 хил. броя. Този параметър има свойството на пределна величина в линейния модел. Параметърът β_0 няма съдържателна интерпретация (не се тълкува).

ЛИТЕРАТУРА

Основна:

1. Атанасов, Ат. , Статистически методи за анализ на динамични редове, Издателски комплекс – УНСС, С. 2018.
2. Гоев, В., Г. Мишев, Статистически анализ на времеви редове, Издателство „Авангард Прима“, С., 2010.
3. Гоев, В., В. Бошнаков, Е. Тошева, К. Харалампиев, В. Бозев, Статистически анализ в социологически, икономически и бизнес изследвания, ИК-УНСС, 2019.
4. Калоянов, Т., В. Петров, Статистика. Издателски комплекс на УНСС, С., 2014.
5. Съйкова Ив., А. Стойкова-Къналиева, Св. Съйкова. Статистическо изследване на зависимости, Университетско издателство „Стопанство“, С., 2002.
6. Чипева, С., В. Бошнаков, Въведение в иконометрията. Издателски комплекс на УНСС, С., 2015.
7. Чипева, С., Статистически анализ на категорийни данни със SPSS. Университетско издателство „Стопанство“, С., 2005.

Допълнителна:

1. Величкова, Н., Статистически методи за изучаване и прогнозиране развитието на социално-икономически явления, Издателство “Наука и изкуство”, С., 1981.
2. Димитров, Ал., Въведение в иконометрията, Издателство „Абагар“, В. Търново, 1995.
3. Манов, А., Многомерни статистически методи със SPSS. Университетско издателство „Стопанство“, С., 2002.
4. Мишев, Г., Ст. Цветков. Статистика за икономисти. Университетско издателство „Стопанство“, С., 1998.
5. Павлова, В., С. Чипева, Статистика. Издателство „Нова звезда“, С., 2012.

УКАЗАНИЯ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА КОНКУРСНИЯ ИЗПИТ

ЗА ПЪРВИ МОДУЛ – РАЗВИВАНЕ НА ПИСМЕНА ТЕМА

Целта на модула е да установи доколко кандидат-докторантите притежават базови теоретични знания в областта на статистиката и иконометрията.

При оценяването на писмените теми на кандидатите трябва да се вземат предвид:

1. Показаните умения за логично и аргументирано изложение по темата.
2. Демонстрираното познаване на научната литература, свързана със статистическата и иконометрична материя.
3. Употребата на специализирана статистическа терминология.
4. Степента на развиване на основни елементите на изложението темата – увод, теза, аргументация и изводи.

ЗА ВТОРИ МОДУЛ – РЕШАВАНЕ НА ПРАКТИЧЕСКА ЗАДАЧА

Целта на модула е да изясни доколко кандидат-докторантът умее да прилага на практика своите теоретични познания в сферата на статистиката и иконометрията.

При оценяването на решението на задачата трябва да се вземат предвид:

1. Аргументите за избора на коректен статистически метод.
2. Правилното използване на статистическия метод.
3. Точното получаване на резултатите.
4. Коректността на изводите, които са направени за всяко едно условие.

РЪКОВОДИТЕЛ КАТЕДРА
“СТАТИСТИКА И ИКОНОМЕТРИЯ”: /п/
(доц. д.н. Александър Найденов)