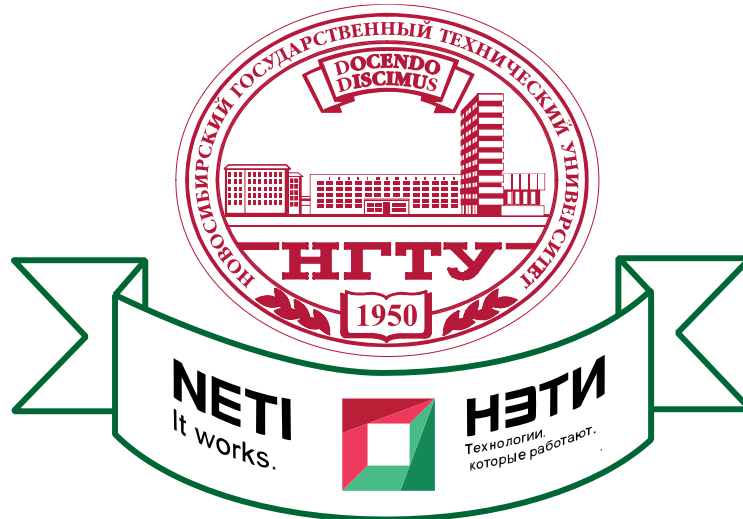


**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования**

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Теоретической и прикладной информатики

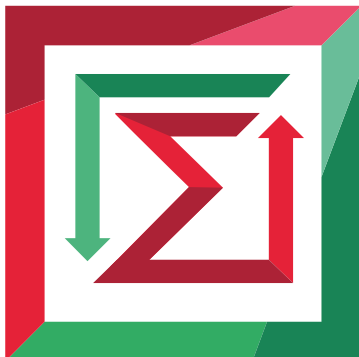
Расчётно-графическое задание

**по дисциплине «МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ
РЕШЕНИЙ»**

Факультет: ПМИ
Группа: ПМИ-11

Студент: Старцев А.А.
Вариант: 24

Преподаватель: Лемешко Борис Юрьевич



Новосибирск 2024

Вариант 24

1	Данные QQQ	Критерии Андерсона-Дарлинга, Z_A и Z_C Жанга
	простые гипотезы о согласии с законами: нормальным с параметрами ($\mu = 28$, $\sigma = 5.4$); Лапласа ($\theta_0 = 27$, $\theta_1 = 4.6$); обобщённым нормальным (двусторонним экспоненциальным) с параметрами $\theta_0 = 28$, $\theta_1 = 6.2$, $\theta_2 = 1.37$; логистическим при $\theta_0 = 28$, $\theta_1 = 3.14$.	
2	Нормальное распределение при $\mu = 0$ и $\sigma = 0.5$.	
3	Инсоляция в декабре	
5	Мощность солнечной панели в декабре	

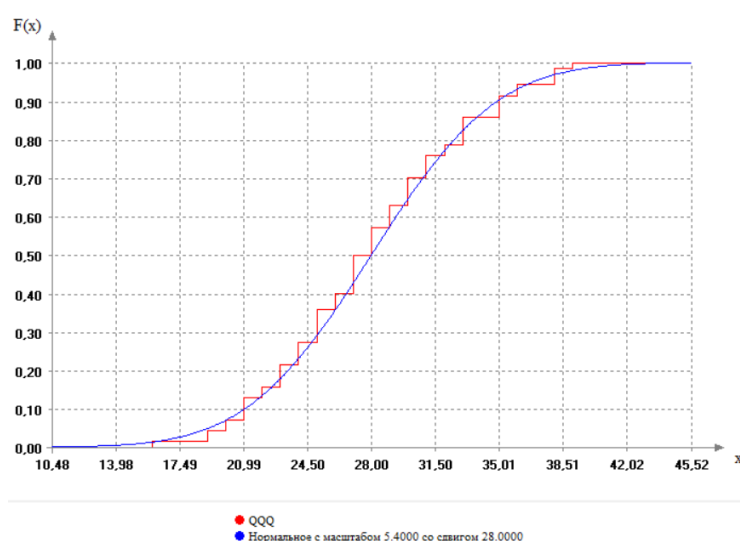
Третий алгоритм Гомори.

Задание 1.1

Используя заданные вариантом непараметрические критерии согласия, набор данных классического эксперимента проверить простые гипотезы о принадлежности выборок потенциально подходящим законам распределения (в соответствии с вариантом задания). Для применяемых критериев в сформированной таблице зафиксировать значения статистик критериев и достигнутые уровни значимости p-value.

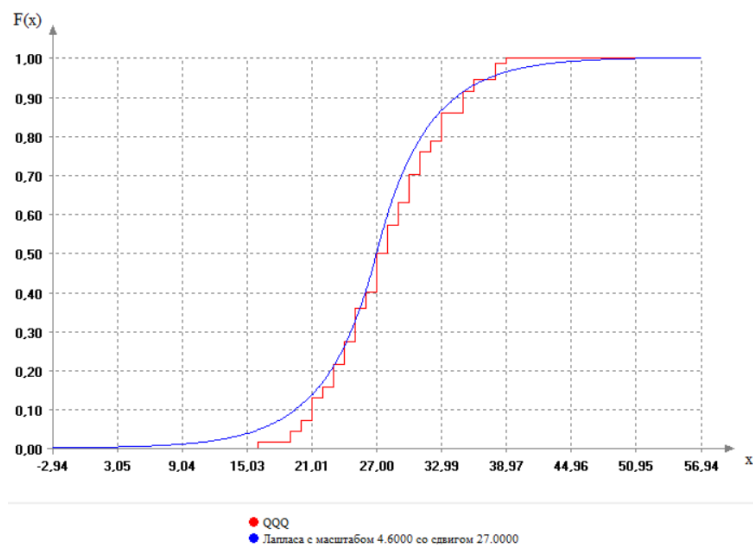
Нормальное распределение:

	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга	0.305806	0.934
Критерий Z_A	3.315885	0.872000
Критерий Z_C	7.994918	0.742000



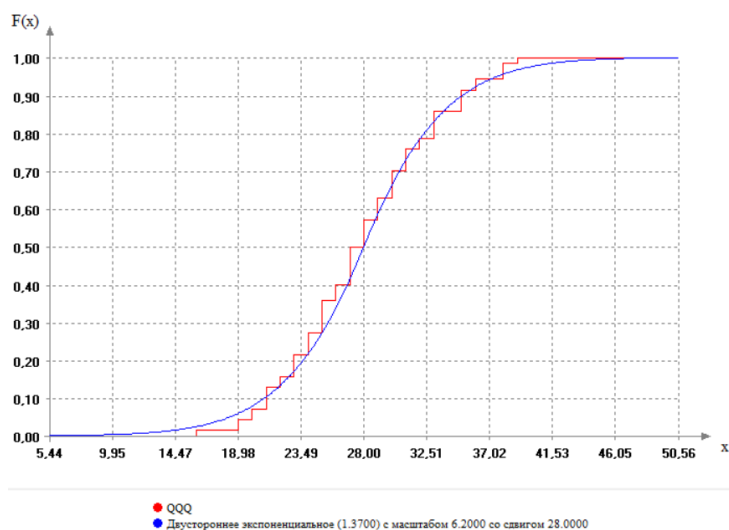
Распределение Лапласа:

	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга	1.147675	0.288
Критерий Z_A	3.454228	0.059000
Критерий Z_C	23.194309	0.091000



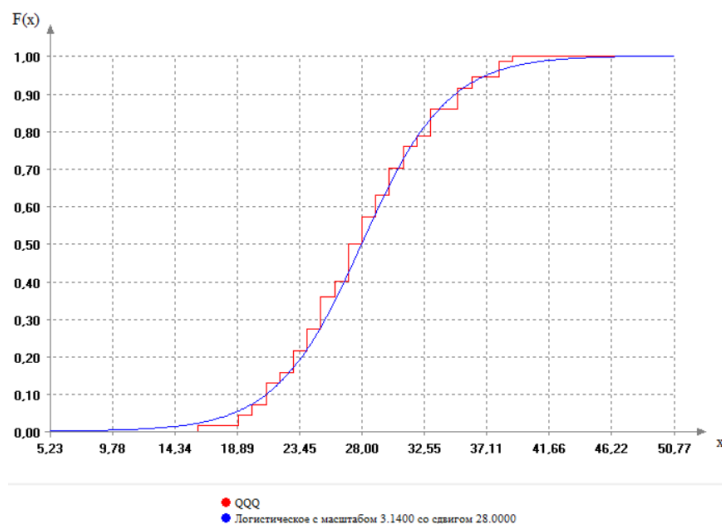
Двустороннее экспоненциальное распределение:

	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарвина	0.433418	0.815
Критерий За	3.360561	0.413000
Критерий Зс	13.574259	0.371000



Логистическое распределение:

	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарвина	0.383553	0.865
Критерий За	3.344449	0.567000
Критерий Зс	11.765224	0.477000



Критерий Распределение	Критерий Андерсона-Дарлинга	Критерий Za	Критерий Zc
Нормальное	S = 0.305 P= 0.933	S = 3.315 P= 0.872	S = 7.994 P= 0.742
Лапласа	S = 1.147 P= 0.288	S = 3.454 P= 0.059	S = 23.194 P= 0.091
Двустороннее экспоненциальное	S = 0.433 P= 0.815	S = 3.360 P= 0.413	S = 13.574 P= 0.371
Логистическое	S = 0.383 P= 0.864	S = 3.344 P= 0.567	S = 11.765 P= 0.477

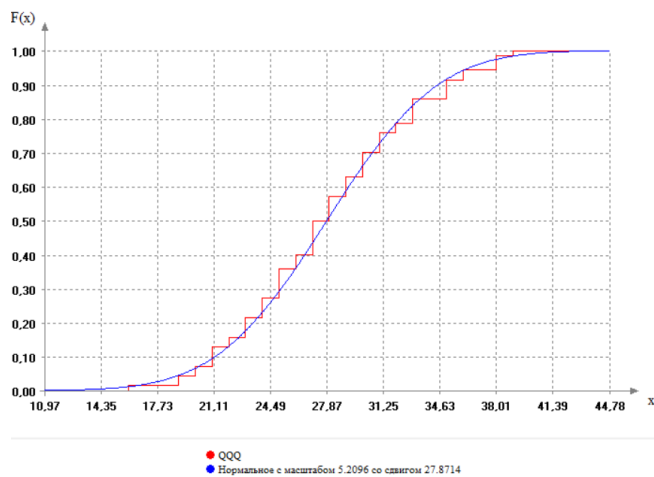
Задание 1.2

Применяя те же критерии проверить сложные гипотезы о согласии с теми же законами при использовании оценок максимального правдоподобия.

Зафиксировать в той же таблице значения статистик критериев и достигнутые уровни значимости *p-value*. Сравнить последние с достигнутыми уровнями значимости при проверке простых гипотез. Дать объяснение результатам.

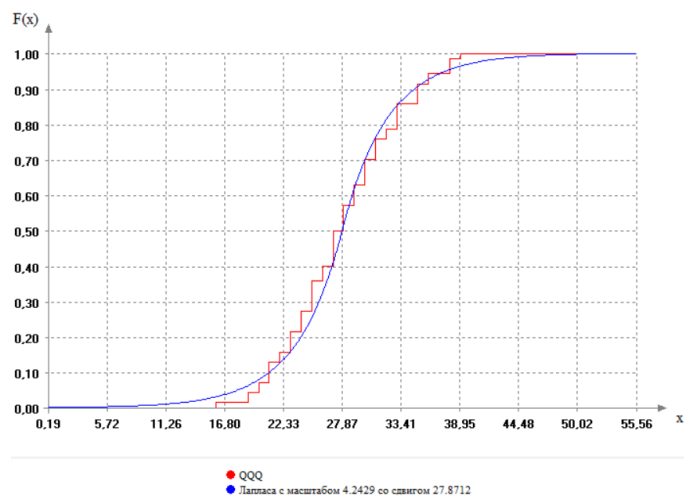
Нормальное распределение:

	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга	0.299963	0.607
Критерий Za	3.308959	0.618000
Критерий Zc	6.743185	0.434000



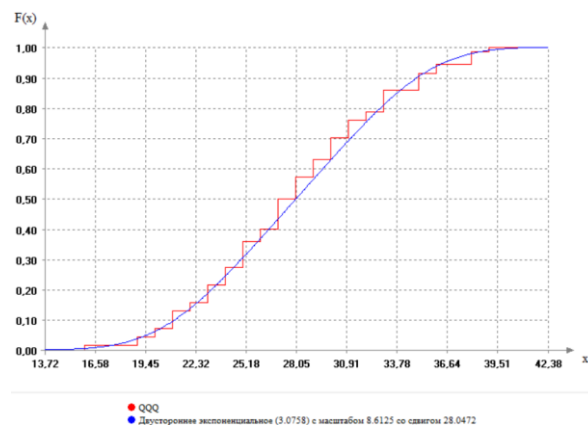
Распределение Лапласа:

	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарвина	0.689268	0.153
Критерий За	3.386745	0.064000
Критерий Зс	16.445747	0.074000



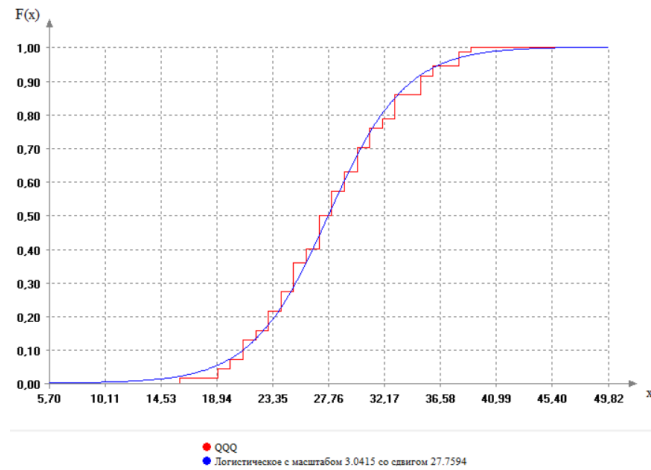
Двустороннее экспоненциальное распределение:

	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарвина	0.335883	0.491
Критерий За	3.302445	0.658000
Критерий Зс	4.313555	0.577000



Логистическое распределение:

	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга	0.356594	0.358
Критерий Za	3.335054	0.257000
Критерий Zc	10.669254	0.172000



Критерий Распределение	Критерий Андерсона-Дарлинга	Критерий Za	Критерий Zc
Нормальное	S = 0.299 P= 0.607	S = 3.308 P= 0.618	S = 6.743 P= 0.434
Лапласа	S = 0.689 P= 0.153	S = 3.386 P= 0.064	S = 16.445 P= 0.074
Двустороннее экспоненциальное	S = 0.335 P= 0.491	S = 3.302 P= 0.658	S = 4.313 P= 0.577
Логистическое	S = 0.3565 P= 0.358	S = 3.335 P= 0.257	S = 10.669 P= 0.172

При проверке простых гипотез мы получили значения P выше по всем распределениям и по всем критериям, чем при проверке сложных гипотез.

Задание 1.3

Используя различные модели законов распределения, из встроенных в ISW, проверить, найдутся ли среди них законы (хотя бы один), относительно которых не будет отвергаться сложная проверяемая гипотеза о «согласии» с данным законом при заданном уровне значимости $\alpha=0,5$?

Сделать вывод о наиболее подходящей модели, для описания данной выборки.

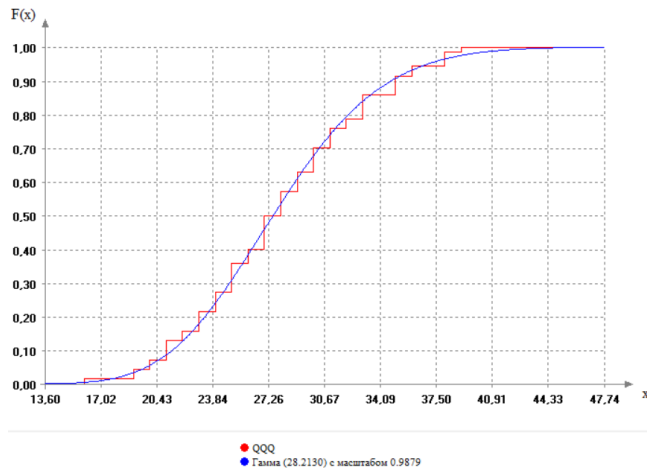
Гамма распределение:

Гамма

☒ $t[0] = 28.213$ формы

☒ $t[1] = 0.987892$ масштаба

	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарвина	0.235750	0.796
Критерий За	3.314041	0.500000
Критерий Zc	6.056523	0.536000



Задание 2:

В соответствии с вариантом смоделировать выборку по заданному закону при $n = 500$. Используя критерий χ^2 -Пирсона проверить простую гипотезу о принадлежности выборки моделируемому закону, например, при числе интервалов $k=7$ и $k=10$ и использовании различных вариантов группирования, фиксируя в сформированной таблице значения статистик и достигаемые уровни значимости.

Рассмотреть следующие варианты группирования: равномерное; равновероятное; асимптотически оптимальное.

Проанализировать результаты. Пояснить, что собой представляет асимптотически оптимальное группирование (АОГ). Вставить в отчет рисунок с плотностью и гистограммой для случая использования АОГ.

Выборка

Количество наблюдений: 500 Начальное значение ГСЧ: 100

Имя файла: N(0.0000,0.5000).dat

Заголовок: Нормальное с масштабом 0.5000 со сдвигом 0.0000

Распределение: Нормальное с масштабом 0.5000 со сдвигом 0.0000

Равномерное группирование:

$k = 10$:

Уровень значимости (вероятность ошибки первого рода) $\alpha = 0.1$
 Достижимый уровень значимости (вероятность согласия) $P=1-G(S|H_0)=0.1884308707030129$
 $P > \alpha$: гипотеза о согласии НЕ ОТВЕРГАЕТСЯ

Результаты проверки согласия: $k=10, r=0$
 * Хи-квадрат Пирсона $S=12.46332768166913$ $P=0.1884308707030129$

$k = 7$:

Уровень значимости (вероятность ошибки первого рода) $\alpha = 0.1$
 Достижимый уровень значимости (вероятность согласия) $P=1-G(S|H_0)=0.1838267539356658$
 $P > \alpha$: гипотеза о согласии НЕ ОТВЕРГАЕТСЯ

Результаты проверки согласия: $k=7, r=0$
 * Хи-квадрат Пирсона $S=8.82220583150777$ $P=0.1838267539356658$

Равновероятное группирование:

$k = 10$:

Уровень значимости (вероятность ошибки первого рода) $\alpha = 0.1$
 Достижимый уровень значимости (вероятность согласия) $P=1-G(S|H_0)= 0.3041258162740363$
 $P > \alpha$: гипотеза о согласии НЕ ОТВЕРГАЕТСЯ

Результаты проверки согласия: $k=10, r=0$
 * Хи-квадрат Пирсона $S=10.60000000197201$ $P=0.3041258162740363$

$k = 7$:

Уровень значимости (вероятность ошибки первого рода) $\alpha = 0.1$
 Достижимый уровень значимости (вероятность согласия) $P=1-G(S|H_0)= 0.0329745950186537$
 $P < \alpha$: гипотеза о согласии ОТВЕРГАЕТСЯ

Результаты проверки согласия: $k=7, r=0$
 * Хи-квадрат Пирсона $S=13.71600000000008$ $P=0.0329745950186537$

Асимптотически оптимальное группирование:

$k = 10$

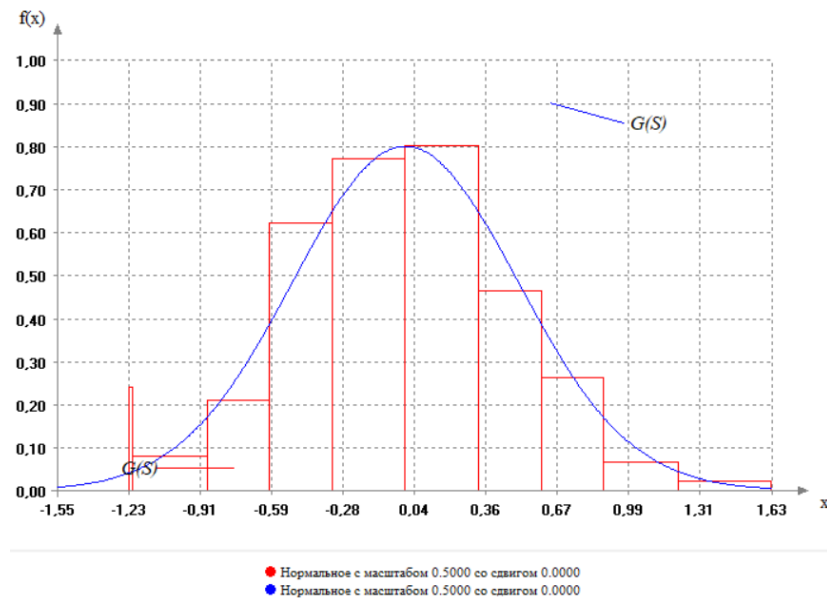
Уровень значимости (вероятность ошибки первого рода) $\alpha = 0.1$
 Достижимый уровень значимости (вероятность согласия) $P=1-G(S|H_0)= 0.4140358780748895$
 $P > \alpha$: гипотеза о согласии НЕ ОТВЕРГАЕТСЯ

Результаты проверки согласия: $k=10, r=0$
 * Хи-квадрат Пирсона $S=9.255451694997964$ $P=0.4140358780748895$

$k = 7$:

Уровень значимости (вероятность ошибки первого рода) $\alpha = 0.1$
 Достижимый уровень значимости (вероятность согласия) $P=1-G(S|H_0)= 0.2824665202436457$
 $P > \alpha$: гипотеза о согласии НЕ ОТВЕРГАЕТСЯ

Результаты проверки согласия: $k=7, r=0$
 * Хи-квадрат Пирсона $S=7.435201582591482$ $P=0.2824665202436457$



Число интервалов	7	10
Группирование		
Равномерное	$S = 8.822$ $P = 0.183$	$S = 12.463$ $P = 0.188$
Равновероятное	$S = 13.716$ $P = 0.032$	$S = 10.6$

		P= 0.304
Асимптотически оптимальное	S = 7.435 P= 0.2824	S = 9.255 P= 0.414

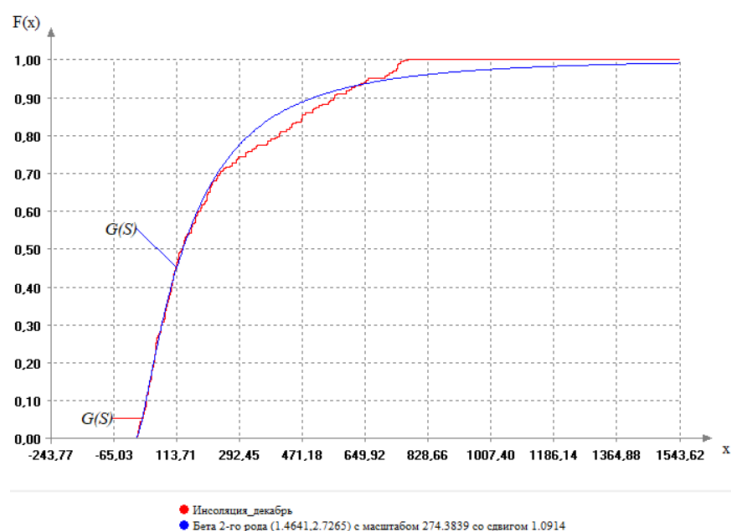
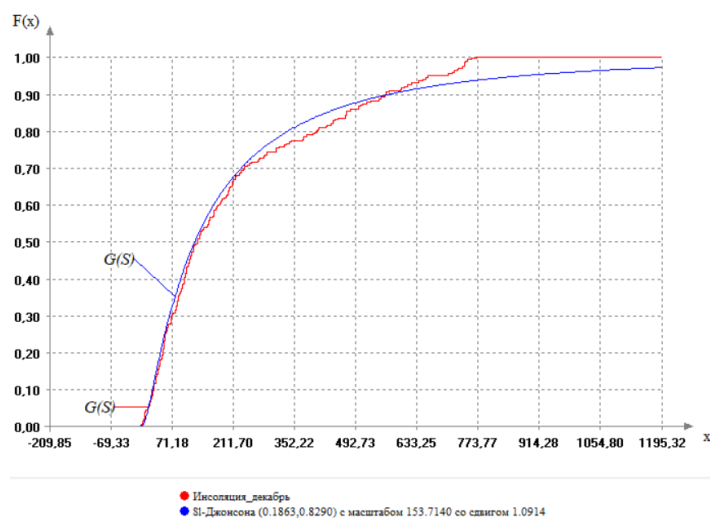
Асимптотически оптимальное группирование(АОГ) обеспечивает максимальную мощность критериев согласия. Асимптотически нормальное группирование наблюдений обеспечивает при близких альтернативах максимальную мощность критериев согласия Хи-квадрат Пирсона и отношения правдоподобия.

Задание 3.1

Для выборки результатов измерения скорости ветра (или инсоляции, солнечной радиации в Вт/м²) в конкретном месяце (в соответствии с вариантом задания) идентифицировать модель закона (подобрать), который в наибольшей степени согласуется с этой выборкой. Следует рассматривать только некоторые из законов, перечень которых загружается с файлом «стандартные.dst».

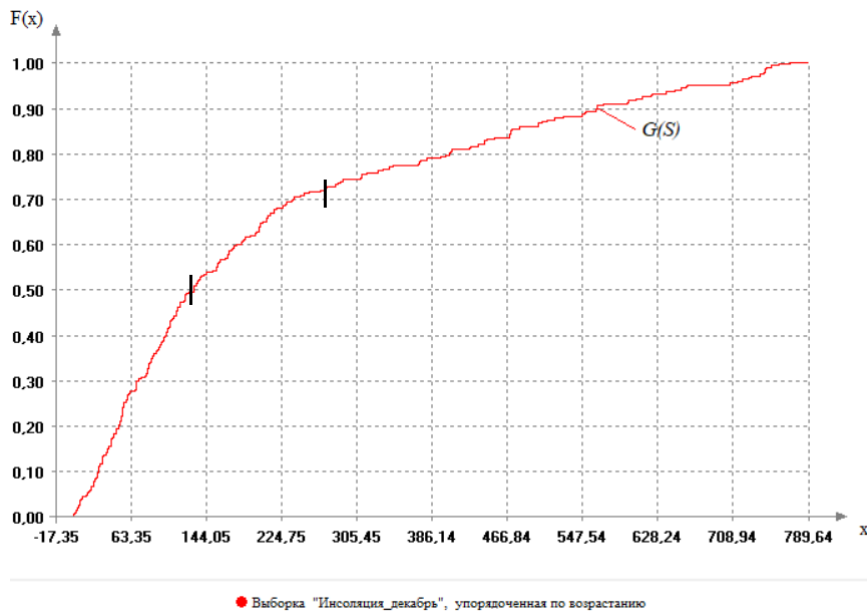
Выборка: 12-Инсоляция_декабрь.dat

В наибольшей степени согласуются с этой выборкой распределение SI-Джонсона и Бета-2



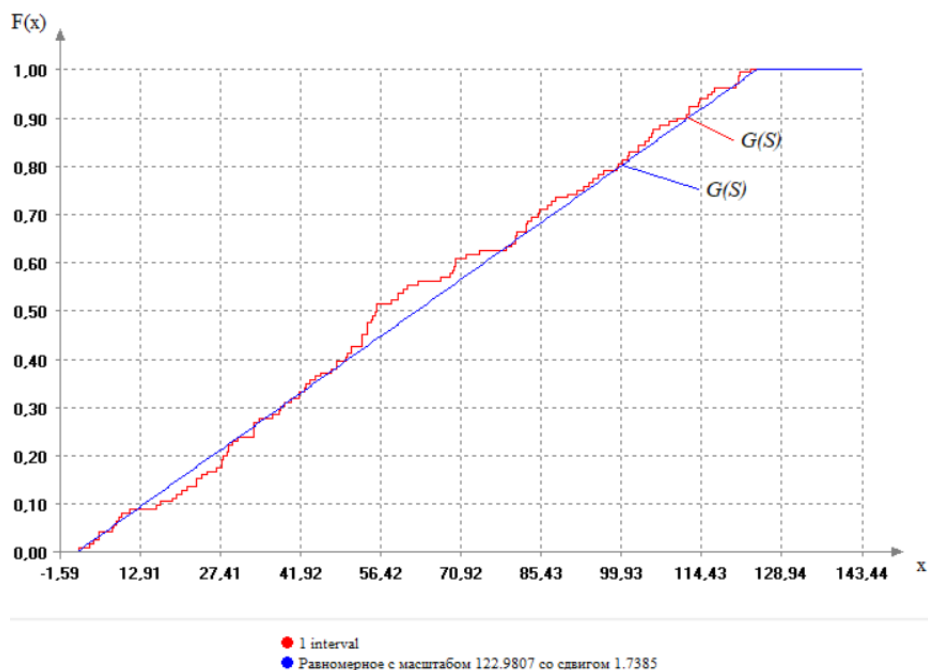
Задание 3.2

Постарайтесь построить модель в виде смеси законов. Отсортируем выборку по возрастанию и разобьём её на подвыборки:



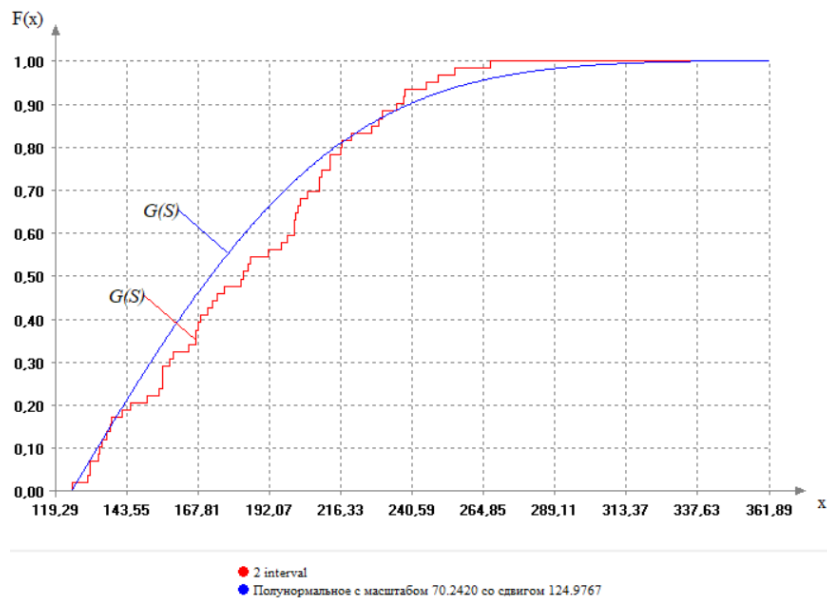
1 интервал лучше описывается Равномерным распределением:

$\text{Shift}(\text{Scale}(\text{D0}(), 122.980670399999994000?), 1.738462615200000006?)$



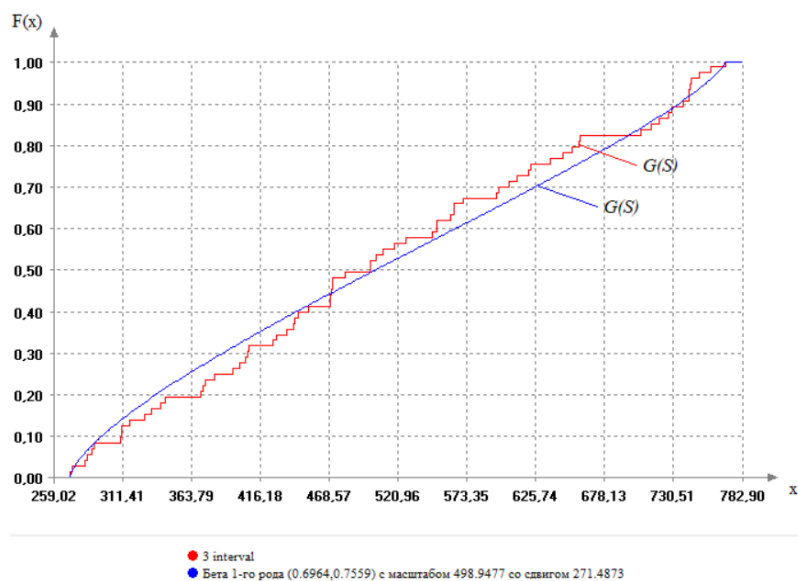
2 интервал лучше описывается Полунормальным распределением:

$\text{Shift}(\text{Scale}(\text{D2}(), 70.242002805099048140?), 124.976720220300009600?)$



3 интервал лучше описывается распределением Бета-1:

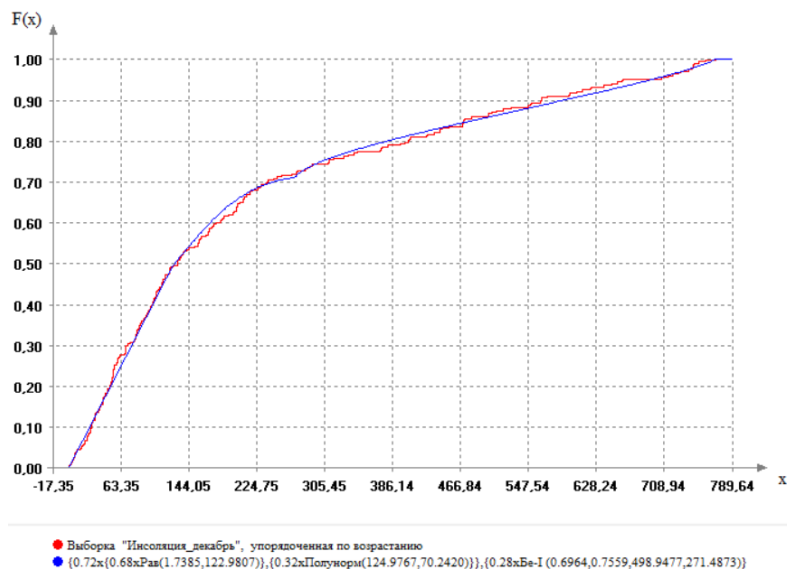
Shift(Scale(D20(0.696376533722365854?,0.755900023167609070?),498.947704327148926500?),271.487285100000008200?)



Полученная смесь:

Mixt(Mixt(Shift(Scale(D0(),122.980670399999994000?),1.738462615200000006?),Shift(Scale(D2(),70.242002805099048140?),124.976720220300009600?),0.6827),Shift(Scale(D20(0.696376533722365854?,0.755900023167609070?),498.947704327148926500?),271.487285100000008200?),0.7181)

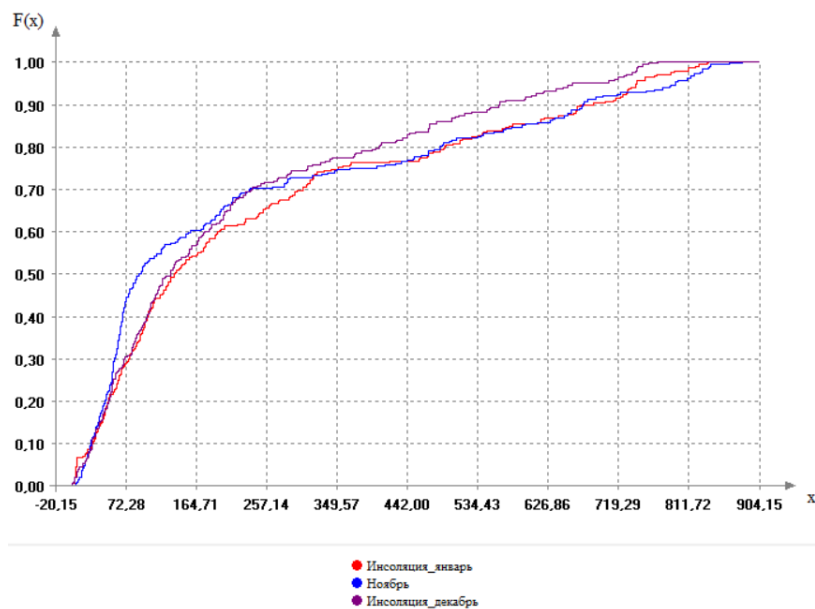
	Статистика	p-value
Критерий Колмогорова	0.580321	0.889
Критерий Андерсона-Дарвина	0.275665	0.955
Критерий Крамера-Мизеса	0.037892	0.944



Задание 4.1

Проверьте гипотезу об однородности законов, выборки рассмотренной в п.3, с выборками соседних месяцев с использованием 2-х выборочных критериев однородности Смирнова, Лемана–Розенблатта, Андерсона–Дарлинга–Петита и Хи-квадрат.

Отразите результаты в отчёте, включая значения статистик критериев и достигнутого уровня значимости P_{value} .



<input type="checkbox"/> Инсоляция_январь	263
<input checked="" type="checkbox"/> Ноябрь	270
<input checked="" type="checkbox"/> Инсоляция_декабрь	259

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий однородности Хи-квадрат	ОТКЛОНЯЕТСЯ	23.0907	0
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	3.3676	0.016
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0.576306	0.024
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	1.81596	0.003

<input checked="" type="checkbox"/> Инсоляция_январь	263
<input type="checkbox"/> Ноябрь	270
<input checked="" type="checkbox"/> Инсоляция_декабрь	259

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий однородности Хи-квадрат	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	3.38648	0.764
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1.39012	0.209
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0.158389	0.38
Критерий Смирнова	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0.860476	0.43

Значения декабря ближе к значениям января.

Задание 4.2

Проверьте гипотезу об однородности результатов измерений в 3-х соседних месяцах, включая Ваш вариант, с использованием k-выборочных критериев: Хи-квадрат, Андерсона–Дарлинга и 3-х критериев Жанга. Последние 3 критерия потребуют интерактивного моделирования распределений статистик для формирования выводов о результатах проверки.

Отразите результаты в отчёте, включая значения статистик критериев и соответствующие значения достигнутого уровня значимости P_{value} .

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий однородности Хи-квадрат	ОТКЛОНЯЕТСЯ	33.6134	0.002
К-выборочный критерий Андерсона-Дарлинга	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	3.23327	0.019
Критерий Жанга Za (K выборок)	ОТКЛОНЯЕТСЯ	3,22464	0
Критерий Жанга Zc (K выборок)	ОТКЛОНЯЕТСЯ	3.2096	0
Критерий Жанга Zk (K выборок)	ОТКЛОНЯЕТСЯ	40,4393	0

Задание 4.3

Используя 2-хвыборочные критерии однородности Смирнова, Лемана–Розенблатта и Андерсона–Дарлинга–Петита найдите месяц, выборка с результатами измерений для которого наиболее близка к результатам измерений «Вашего» месяца.

Декабрь-Январь:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1.39012	0.209
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0.158389	0.38
Критерий Смирнова	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0.860476	0.43

Декабрь-Февраль:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	31.07	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	5.85386	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	3.30407	0

Декабрь-Март:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	34.7788	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	6.68339	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	3.73869	0

Декабрь-Апрель:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	45.5008	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	9.02868	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	4.26491	0

Декабрь-Май:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	32.1388	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	6.29589	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	4.00776	0

Декабрь-Июнь:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	43.1327	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	8.64668	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	4.67277	0

Декабрь-Июль:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	42.7043	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	8.46934	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	4.28823	0

Декабрь-Август:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	72.9369	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	15.072	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	5.6876	0

Декабрь-Сентябрь:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	73.8592	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	14.7928	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	5.4098	0

Декабрь-Октябрь:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	26.0412	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	4.89818	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	3.46221	0

Декабрь-Ноябрь:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	3.3676	0.016
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0.576306	0.024
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	1.81596	0.003

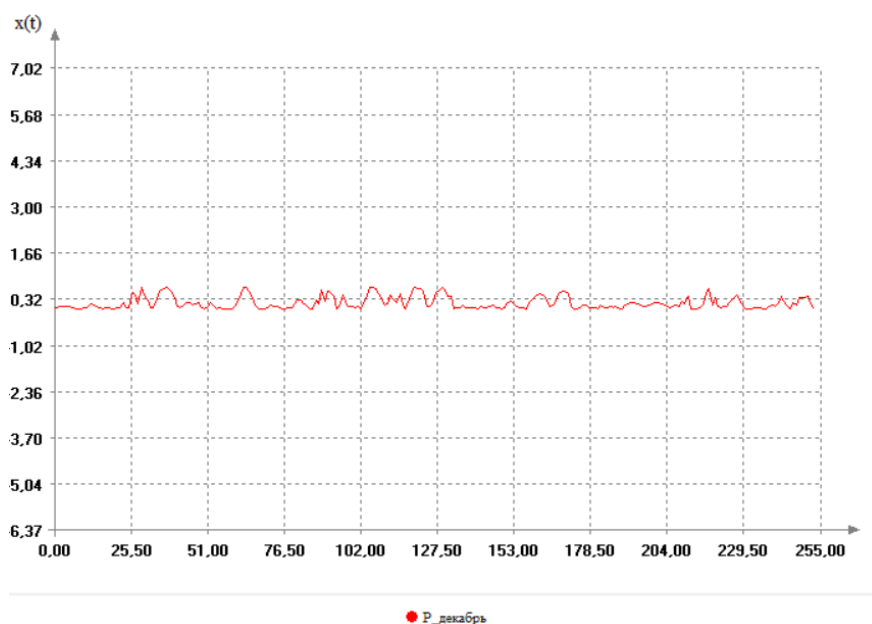
Ближе всех к значениям декабря оказался январь.

Задание 5

Для варианта выборки с измерениями мощности ветроэнергетической установки (ВЭУ) или с мощностью солнечной панели, используя критерии однородности законов, однородности средних и однородности дисперсий (через раздел в ISW «Проверка на тренд критериями однородности»), проверьте гипотезу об отсутствии тренда в Вашем ряду измерений. Для этого, разбивая выборку на последовательные части, можно использовать соответствующие критерии. Проверьте подозрительные части выборки на однородность законов (критериями однородности Смирнова, Лемана-Розенблатта и Андерсона-Дарлинга-Петита), на однородность средних (критерием сравнения 2-х выборок при неизвестных и неравных дисперсиях, Н-критерием Краскела-Уаллиса) и на однородность дисперсий (критерием Бартлетта, считая, что предположения о нормальности выполняются, и нормированным критерием Муда).

Отразите результаты в отчёте.

Временной ряд:



Выборку удобно разбить на 10 подвыборок.

Однородность законов:

1 и 2:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	10,6141	0
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	2,1339	0
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	2,4441	0

2 и 3:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	4,68229	0,005
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,922856	0,005
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,75206	0,005

3 и 4:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,26546	0,266
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,230639	0,243
Критерий Смирнова	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,895253	0,351

4 и 5:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	3,41304	0,016
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,624062	0,02
Критерий Смирнова	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,20832	0,071

5 и 6:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	ОТКЛОНЯЕТСЯ	5,26685	0,002
Критерий Лемана-Розенблатта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,11154	0,001
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,88388	0,001

6 и 7:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	2,3918	0,06
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,495314	0,043
Критерий Смирнова	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,19733	0,086

7 и 8:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	3,89572	0,01
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,695706	0,014
Критерий Смирнова	ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,78501	0,001

8 и 9:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,8721	0,108
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,259749	0,192
Критерий Смирнова	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,23578	0,059

9 и 10:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Андерсона-Дарлинга-Петита	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,734332	0,544
Критерий Лемана-Розенблатта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,111212	0,54
Критерий Смирнова	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,735975	0,584

Однородность средних:

1 и 2:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
При неизв. и неравн. дисперсиях	ОТКЛОНЯЕТСЯ	-5,33693	0
Н-критерий Краскела-Уаллиса	ОТКЛОНЯЕТСЯ	20,1103	0

2 и 3:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
При неизв. и неравн. дисперсиях	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	2,4568	0,026
Н-критерий Краскела-Уаллиса	ОТКЛОНЯЕТСЯ	8,41988	0,004

3 и 4:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
При неизв. и неравн. дисперсиях	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	-0,781408	0,47
Н-критерий Краскела-Уаллиса	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,6903	0,218

4 и 5:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
При неизв. и неравн. дисперсиях	ОТКЛОНЯЕТСЯ	-2,67903	0,008
Н-критерий Краскела-Уаллиса	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	6,28012	0,012

5 и 6:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
При неизв. и неравн. дисперсиях	ОТКЛОНЯЕТСЯ	2,90168	0,002
Н-критерий Краскела-Уаллиса	ОТКЛОНЯЕТСЯ	9,43278	0,002

6 и 7:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
При неизв. и неравн. дисперсиях	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	-1,08762	0,312
Н-критерий Краскела-Уаллиса	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	3,07065	0,091

7 и 8:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
При неизв. и неравн. дисперсиях	ОТКЛОНЯЕТСЯ	3,3629	0
Н-критерий Краскела-Уаллиса	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	5,28426	0,023

8 и 9:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
При неизв. и неравн. дисперсиях	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	-2,26221	0,026
Н-критерий Краскела-Уаллиса	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,36473	0,252

9 и 10:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
При неизв. и неравн. дисперсиях	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,961871	0,336
Н-критерий Краскела-Уаллиса	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,751243	0,402

Однородность дисперсий:

1 и 2:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Бартлетта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	42,9515	0
Критерий Муда (Нормир.)	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,890463	0,386

2 и 3:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Бартлетта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,109692	0,740496
Критерий Муда (Нормир.)	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	-1,12865	0,259045

3 и 4:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Бартлетта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,250752	0,609
Критерий Муда (Нормир.)	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	-0,772085	0,442

4 и 5:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Бартлетта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,25704	0,27
Критерий Муда (Нормир.)	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	-0,439862	0,656

5 и 6:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Бартлетта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,180817	0,665
Критерий Муда (Нормир.)	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,748695	0,468

6 и 7:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Бартлетта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,698822	0,404
Критерий Муда (Нормир.)	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,26708	0,236

7 и 8:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Бартлетта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	23,6235	0
Критерий Муда (Нормир.)	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	-2,34871	0,03

8 и 9:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Бартлетта	ОТКЛОНЯЕТСЯ	21,6897	0
Критерий Муда (Нормир.)	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	-2,14823	0,018

9 и 10:

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Бартлетта	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	1,25309	0,273
Критерий Муда (Нормир.)	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,122913	0,902

Задание 6

В этих же целях для выборки, рассмотренной в п.5, проверьте гипотезу об отсутствии тренда, используя 3-4 критерия из включенных в раздел в ISW «Проверка на отсутствие тренда» (Дюффа-Роя, Фостера-Стюарта, инверсий, Вальда-Вольфовица).

Отразите результаты в отчёте.

Критерий	Гипотеза	Статистика	p-value
Критерий Дюффа-Роя	ОТКЛОНЯЕТСЯ	11,5206	0
Критерий Фостера-Стюарта для проверки тренда в дисперсии	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	0,99852	0,38
Критерий инверсий	НЕ ОТКЛОНЯЕТСЯ	15665	0,452
Критерий Вальда-Вольфовица	ОТКЛОНЯЕТСЯ	11,5458	0

Задание 7

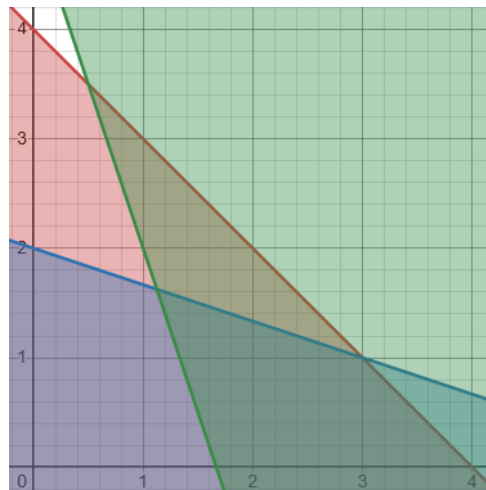
Сгенерируйте задачу дискретного линейного программирования небольшой размерности (с числом переменных $n \leq 3$ и числом линейных ограничений $m \leq 4$), имеющую в отсутствие требования целочисленности оптимальное нецелочисленное решение.

Приведите подробное решение полностью целочисленной задачи указанным в варианте алгоритмом Гомори.

Решим составленную задачу третьим алгоритмом Гомори

$$x_0 = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -3x_1 - x_2 \leq -5 \\ x_1 + 3x_2 \leq 6 \\ x_i \geq 0 \\ x_i - \text{целые} \end{cases}$$



0	1	-x1	-x2
x0	0	-1	-1
x1	0	-1	0
x2	0	0	-1
x3	-5	-3	-1
x4	6	1	3

M = 4

0	1	-x1	-x2
x0	0	-1	-1
x1	0	-1	0
x2	0	0	-1
x3	-5	-3	-1
x4	6	1	3
x5	4	1	1

0	1	-x5	-x2
x0	4	1	0

x1	4	1	1
x2	0	0	-1
x3	7	3	2
x4	2	-1	2
x5	0	-1	0
x6	2	-1	2

0	1	-x5	-x2
x0	4	1	0
x1	3	1,5	0,5
x2	1	-0,5	-0,5
x3	5	4	1
x4	0	0	1
x5	0	-1	0

Задание 8

Сгенерируйте произвольную матричную игру (с числом стратегий 1-го игрока $m \geq 4$ и числом стратегий 2-го игрока $n \geq 5$).

- Запишите игру в виде задач линейного программирования с позиций 1-го и 2-го игроков.
- Проверьте, имеет ли Ваша игра решение в чистых стратегиях?

При возможности, сократите игру, удалив доминируемые строки и столбцы.

Матричная игра:

Игроки	B1	B2	B3	B4	B5
A1	1	4	3	2	4
A2	4	2	1	4	3
A3	3	2	3	2	1
A4	2	2	2	4	3

В игре отсутствуют доминируемые строки и столбцы.

$$a = \max(a_i) = 2$$

$$b = \min(b_j) = 3$$

$a \neq b$, следовательно игра не имеет решения в чистых стратегиях.

Перепишем игру в виде задач линейного программирования.

Для первого игрока:

$$v \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 2x_4 + v \leq 0 \\ 4x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 2x_4 + v \leq 0 \\ 3x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 + v \leq 0 \\ 2x_1 + 4x_2 + 2x_3 + 4x_4 + v \leq 0 \\ 4x_1 + 3x_2 + x_3 + 3x_4 + v \leq 0 \end{cases}$$

$$x_i \geq 0; \sum_{i=1}^4 x_i = 1$$

Решение задачи дает оптимальную смешанную стратегию для первого игрока: $(1/3; 2/9; 11/27; 1/27)$

Для второго игрока:

$$v \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} y_1 + 4y_2 + 3y_3 + 2y_4 + 4y_5 + v \geq 0 \\ 4y_1 + 2y_2 + y_3 + 4y_4 + 3y_5 + v \geq 0 \\ 3y_1 + 2y_2 + 3y_3 + 2y_4 + y_5 + v \geq 0 \\ 2y_1 + 2y_2 + 2y_3 + 4y_4 + 3y_5 + v \geq 0 \end{cases}$$

$$y_i \geq 0; \sum_{j=1}^5 y_j = 1$$

Решение задачи дает оптимальную смешанную стратегию для второго игрока: $(2/9; 0; 4/9; 5/27; 4/27)$

В результате значение игры: $v = 68/27$