

ТЕМА 2 ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЛУЖЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Тема 2.2 (4 часа)

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Анализ рядов динамики юридически значимых явлений.
2. Использование метода экстраполяции в прогнозировании преступности.

Вопросы для актуализации опорных знаний

1. Ряд динамики.
2. Классификация рядов динамики.
3. Абсолютный прирост;
4. Коэффициент роста;
5. Темпы роста;
6. Коэффициент прироста;
7. Темпы прироста;
8. Средний абсолютный прирост;
9. Средние темпы роста;
10. Сглаживание динамических рядов;
11. Метод скользящей средней.

ЗАДАНИЕ

1. Анализ рядов динамики юридически значимых явлений.

К методам выявления основной тенденции развития динамического ряда относятся:

- метод укрупнения интервалов;
- метод скользящей средней;
- аналитическое выравнивание динамических рядов.

1. Метод укрупнения интервалов

Укрупнение интервалов - наиболее простой способ. Он заключается в преобразовании первоначальных рядов динамики в более крупные по продолжительности временных периодов, что позволяет более четко выявить действие основной тенденции (основных факторов) изменения уровней.

Как видим, визуальный анализ данных не позволяет сделать какие-либо выводы о наличии тенденции в данном динамическом ряду: в отдельные месяцы, например, в феврале, марте, августе, октябре и декабре, показатели снижались по сравнению с предыдущими месяцами, в остальные периоды - возрастали.

Применим к исходным данным метод укрупнения интервалов, образовав новый динамический ряд с более крупными временными периодами - кварталами, и рассчитаем средний месячный объем регистрации в каждом

квартале

(показатели 1-го квартала принять за 100%).

Таблица 1

Количество преступлений зарегистрированных в 2023 г.

Месяц	Абсолютные показатели			Среднемесячные по кварталам
	по месяцам	с нарастающим итогом	по кварталам (относительно 1 -го квартала, %)	
январь	80			
февраль	78			
март	75			
апрель	80			
май	82			
июнь	85			
июль	87			
август	82			
сентябрь	85			
октябрь	84			
ноябрь	86			
декабрь	88			
среднемесячный показатель за год -				

Решение:

1. Запустите программу MS Excel
2. На диске **D** создайте файл **Учебный_Фамилия.xlsx**
3. На *Листе 1* (переименовать: **Укрупнения интервалов**) наберите таблицу в соответствии с образцом (см. Таблица 1).

4. Рассчитайте таблицу:

4.1. с нарастающим итогом (сложить значения январь и февраль и записать в строку февраль, затем к полученному результату добавить значение март и записать в строку март и т.д.);

4.2. по кварталам (относительно 1 -го квартала, %) в первой графе этого показателя вычислить суммы по месяцам для каждого квартала, во второй графе найти отношение значения второго квартала к первому (в процентах), значения третьего к первому, четвертого к первому;

4.3. среднемесячные по кварталам – найти среднее значение по трем месяцам каждого квартала.

5. Сделайте вывод:

Итак, по новым, более крупным интервалам уже четко видно, что значения исследуемого признака во временном аспекте имеют тенденцию к (продолжите вывод).

✎ **Применение рассмотренного метода** в основном ограничивается теми ситуациями, когда исходные данные относятся к **дням, неделям или месяцам** года, так как значения исследуемого признака по более мелким временным интервалам больше подвержены случайным колебаниям. Если **временные**

промежутки представляют собой годы, то укрупнение интервалов становится малоэффективным.

2. Метод скользящей средней

Следующий способ выявления тенденции в динамическом ряду основан на расчете и анализе так называемых скользящих (подвижных) средних.

Скользящими (подвижными) средними называются средние арифметические значения показателя, исчисленные по новым m -членным укрупненным интервалам. Правила построения этих интервалов следующие. Первый из интервалов включает первые m уровней ряда динамики, второй интервал образуется путем исключения первого члена укрупненного интервала и замены его последующим элементом ряда динамики, имеющим номер $(m + 1)$ и т.д. - до включения в интервал последнего уровня ряда. По вычисленным подобным путем подвижным средним делают вывод о существовании тенденции в динамическом ряду.

Если в качестве укрупненного интервала используют период в три года, то первая подвижная трехчленная средняя вычисляется как средняя арифметическая из данных за **2004, 2005 и 2006**, вторая - как средняя арифметическая из данных за **2005, 2006 и 2007** и т.д. Значения подвижных средних относят к конкретному временному периоду, соответствующему середине укрупненного интервала.

Задача: Выявить тенденции развития преступности за 20 лет (определить преступность падает или растет).

Таблица 2

Показатели развития преступности за 2004-2023 гг.

года	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
всего зарег. прест.	261	287	262	265	277	297	285	290	281	272

2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
267	258	272	296	297	283	295	294	293	255

Решение:

1. В файле Учебный_Фамилия.xlsx, создайте новый лист Скользящая средняя

2. На листе **Скользящая средняя** наберите таблицу в соответствии с образцом (см. Таблица 2 в две строки)

3. Ниже таблицы, постройте график, показывающую статистику преступлений за 2004 - 2023 года (*график должен содержать легенду, имена категорий, названия графика и осей*). На основании построенного графика

сделайте вывод. (правила построения графиков см. файл **Построение графиков.docx**)/

4. Для определения тенденции развития преступности примените метод сглаживания скользящей средней с шагом 3 года. $f_x = \text{СРЗНАЧ}(B3:D3)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
	Показатели развития преступности в ОВД за 2004-2023 гг.																				
года	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
всего зарег. прест.	261	287	262	265	277	297	285	290	281	272	267	258	272	296	297	283	295	294	293	255	
Сглаж. по годам с шагом 3			270	271	268	280	286	291	285	281	273	266	266	275	288	292	292	291	294	281	

5. На основании построенных таблиц, (рядом с первым графиком) постройте график, показывающие статистику преступлений за 2004 - 2023 года и средние арифметические значения показателя по 3 годам, (*график должен содержать легенду, имена категорий, названия графика и осей*). По построенному графику **сделайте вывод**.

6. Для дальнейшего определения тенденции развития преступности укрупните интервал и примените метод сглаживания скользящей средней с шагом 5 лет. $f_x = \text{СРЗНАЧ}(B3:F3)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
	Показатели развития преступности в ОВД за 2004-2023 гг.																				
года	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
всего зарег. прест.	261	287	262	265	277	297	285	290	281	272	267	258	272	296	297	283	295	294	293	255	
Сглаж. по годам с шагом 3			270	271	268	280	286	291	285	281	273	266	266	275	288	292	292	291	294	281	
Сглаж. по годам с шагом 5					270	278	277	283	286	285	279	274	270	273	278	281	289	293	292	284	

7. На основании построенных таблиц, постройте график, показывающие статистику преступлений за 2004 - 2023 года и средние арифметические значения показателя по 3 и 5 годам, (*график должен содержать легенду, имена категорий, названия графика и осей*). По построенному графику **сделайте вывод**.

8. Для дальнейшего определения тенденции развития преступности укрупните интервал и примените метод сглаживания скользящей средней с шагом 7 лет. $f_x = \text{СРЗНАЧ}(B3:H3)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
	Показатели развития преступности в ОВД за 2004-2023 гг.																				
года	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
всего зарег. прест.	261	287	262	265	277	297	285	290	281	272	267	258	272	296	297	283	295	294	293	255	
Сглаж. по годам с шагом 3			270	271	268	280	286	291	285	281	273	266	266	275	288	292	292	291	294	281	
Сглаж. по годам с шагом 5					270	278	277	283	286	285	279	274	270	273	278	281	289	293	292	284	
Сглаж. по годам с шагом 7							276	280	280	281	281	279	275	277	278	278	281	285	290	288	

9. На основании построенных таблиц, постройте график, показывающие статистику преступлений за 2004 - 2023 года и средние арифметические значения показателя по 3,5 и 7 годам, (*график должен содержать легенду, имена категорий, названия графика и осей*). По построенному графику **сделайте вывод**.

3. Вычисление основных показателей динамического ряда

1. В файле **Учебный_Фамилия.xlsx**, создайте новый лист **Ряд динамики**

2. На листе **Ряд динамики** наберите таблицу характеризующую грабежи, зарегистрированные в РБ за период с 2013 по 2023 годы, в соответствии с образцом (см. **Таблица 3**)

Таблица 3

Количество зарегистрированных грабежей в РБ за 2013-2023 гг.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
грабежи	3838	4158	4678	4892	5654	5591	5487	5401	5586	5628	5768

провести расчеты **цепным и базисным методами** следующих показателей:

- абсолютный прирост,
- коэффициент роста,
- темпы роста,
- коэффициент прироста,
- темпы прироста,
- средний абсолютный прирост,
- средние темпы роста
- средние темпы прироста

Решение: (при расчетах используется таблица формул **Формулы.docx**)

Абсолютный прирост - это один из самых важных статистических показателей, он характеризует размер увеличения или уменьшения изучаемого явления за определенный период времени определяется как разность между данным уровнем и предыдущим или первоначальным. Уровень, который сравнивается, называется текущим, а уровень, с которым делается сопоставление, именуется базисным, так как он является базой для сравнения. Если каждый уровень ряда сравнивается с предыдущим, то получают **цепные показатели**, а если все уровни ряда сравниваются с одним и тем же первоначальным уровнем, то полученные показатели называются **базисными**.

Введите в ячейки C4 и C5 формулы для цепного и базисного метода (соответственно). Для того, что бы зафиксировать базис (ячейку B3 3838) в ячейке C5 после ввода формулы =C3-B3 нажмите клавишу «F4»  Формула преобразуется fx $\text{=C3-}\$B\3 , после растяните формулы до конца таблицы.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	грабежи	3838	4158	4678								
4	Абсл. прирост (ц)		=C3-B3	=D3-C3								
5	Абсл. прирост (б)		=C3-\$B\$3	=D3-\$B\$3								

Коэффициент роста K_r определяется как отношение данного уровня к предыдущему или базисному, показывает относительную скорость изменения ряда. (в полученных значениях оставить два знака после запятой)

	A	B	C	D		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1					1	Количество зарегистрированных грабежей в РБ за 2013-2023 гг.											
2		2013	2014	2015	2		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	грабежи	3838	4158	4678	3	грабежи	3838	4158	4678	4892	5654	5591	5487	5401	5586	5628	5768
6	Кр (ц)		=C3/B3	=D3/C3	6	Кр (ц)		1,08	1,13	1,05	1,16	0,99	0,98	0,98	1,03	1,01	1,02
7	Кр (б)		=C3/\$B\$3	=D3/\$B\$3	7	Кр (б)		1,08	1,22	1,27	1,47	1,46	1,43	1,41	1,46	1,47	1,50

Если коэффициент роста выражается в процентах, то его называют **темпом роста**. Для определения темпов роста сделаем ссылку на соответствующие Кр и выберем процентный формат на панели инструментов

Ряд динамики.xlsx			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1			Количество зарегистрированных грабежей в РБ за 2013-2023 гг.												
2		2013	2014												
3	грабежи	3838	4158	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
6	Кр (ц)				1,08	1,13	1,05	1,16	0,99	0,98	0,98	1,03	1,01	1,02	
7	Кр (б)				1,08	1,22	1,27	1,47	1,46	1,43	1,41	1,46	1,47	1,50	
8	Тр (ц)		=C6		108%	113%	105%	116%	99%	98%	98%	103%	101%	102%	
9	Тр (б)		=C7		108%	122%	127%	147%	146%	143%	141%	146%	147%	150%	

Коэффициент прироста Кпр отражает относительное увеличение уровня, определяется как отношение данного абсолютного прироста к предыдущему или базисному уровню, показывает относительную скорость изменения ряда (в полученных значениях оставить два знака после запятой).
 (коэффициент роста отражает количество одного показателя относительно другого, а коэффициент прироста показывает, насколько он вырос)

	A	B	C		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1					1	Количество зарегистрированных грабежей в РБ за 2013-2023 гг.											
2		2013	2014		2		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	грабежи	3838	4158		3	грабежи	3838	4158	4678	4892	5654	5591	5487	5401	5586	5628	5768
4	Абсл. прирост (ц)		320		4	Абсл. прирост (ц)		320	520	214	762	-63	-104	-86	185	42	140
5	Абсл. прирост (б)		320		5	Абсл. прирост (б)		320	840	1054	1816	1753	1649	1563	1748	1790	1930
10	Кпр (ц)		=C4/B3		10	Кпр (ц)		0,08	0,13	0,05	0,16	-0,01	-0,02	-0,02	0,03	0,01	0,02
11	Кпр (б)		=C5/\$B\$3		11	Кпр (б)		0,08	0,22	0,27	0,47	0,46	0,43	0,41	0,46	0,47	0,50

Темпы прироста – процентный показатель коэффициента прироста. Сделаем ссылку на соответствующие Кпр и выберем процентный формат на

панели инструментов

	A	B	C		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				1	Количество зарегистрированных грабежей в РБ за 2013-2023 гг.											
2		2013	2014	2		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	грабежи	3838	4158	3	грабежи	3838	4158	4678	4892	5654	5591	5487	5401	5586	5628	5768
10	Кпр (ц)		0,08	10	Кпр (ц)		0,08	0,13	0,05	0,16	-0,01	-0,02	-0,02	0,03	0,01	0,02
11	Кпр (б)		0,08	11	Кпр (б)		0,08	0,22	0,27	0,47	0,46	0,43	0,41	0,46	0,47	0,50
12	Тпр (ц)		=C10	12	Тпр (ц)		8%	13%	5%	16%	-1%	-2%	-2%	3%	1%	2%
13	Тпр (б)		=C11	13	Тпр (б)		8%	22%	27%	47%	46%	43%	41%	46%	47%	50%

(Темп роста показывает во сколько раз изменился показатель в сравнении с базовым, а темп прироста отражает, на сколько изменилась исследуемая величина.)

Средний абсолютный прирост показывает, на сколько единиц увеличивался или уменьшался уровень по сравнению с предыдущим в среднем

за единицу времени. Средний абсолютный прирост характеризует среднюю абсолютную скорость роста (или снижения) уровня и всегда является интервальным показателем. Он вычисляется путем деления общего прироста (**цепной метод**) за весь период на длину этого периода в тех или иных единицах времени.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Количество зарегистрированных грабежей в РБ за 2013-2023 гг.											
2		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	грабежи	3838	4158	4678	4892	5654	5591	5487	5401	5586	5628	5768
4	Абсл. прирост (ц)		320	520	214	762	-63	-104	-86	185	42	140
14	Ср. абслю. прирост	=СРЗНАЧ(С4:Л4)										

	A	B
1	Колич	
2		2013
3	грабежи	3838
4	Абсл. прирост (ц)	
14	Ср. абслю. Прирост (ц)	193

(базисный метод)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Количество зарегистрированных грабежей в РБ за 2013-2023 гг.											
2		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	грабежи	3838	4158	4678	4892	5654	5591	5487	5401	5586	5628	5768
15	Ср. абслю. Прирост (б)	=(L3-B3)/10										

количество столбцов без единицы

	A	B
1	Колич	
2		2013
3	грабежи	3838
15	Ср. абслю. прирост (б)	193

Средний коэффициент роста — показатель, высчитываемый по формуле средней геометрической из показателей коэффициентов роста (**цепной метод**) за отдельные периоды. Он показывает, во сколько раз в среднем за отдельные составляющие рассматриваемого периода изменялись уровни динамического ряда.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Количество зарегистрированных грабежей в РБ за 2013-2023 гг.											
2		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	грабежи	3838	4158	4678	4892	5654	5591	5487	5401	5586	5628	5768
6	Кр (ц)		1,08	1,13	1,05	1,16	0,99	0,98	0,98	1,03	1,01	1,02
16	Ср Кр (ц)	=срgeom(C6:L6)										

	A	B
1	Количес	
2		2013
3	грабежи	3838
16	Ср Кр (ц)	1,04

(базисный метод)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Количество зарегистрированных грабежей в РБ за 2013-2023 гг.											
2		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	грабежи	3838	4158	4678	4892	5654	5591	5487	5401	5586	5628	5768
17	Ср Кр (б)	=(L3/B3)^(1/10)										

возвести в степень 1/количество столбцов без единицы

	A	B
1	Количество	
2		2013
3	грабежи	3838
17	Ср Кр (б)	1,04

Средний темп роста - процентный показатель среднего коэффициента роста, показывает во сколько раз в среднем за единицу времени изменяется уровень ряда динамики. *Формула среднего темпа роста имеет огромное значение, так как при ее расчетах по нескольким годам (месяцам) можно получить результат для последующего учета и анализа сезонных колебаний.*

	A	B
1	Количество	
2		2013
3	грабежи	3838
17	Ср Кр	1,04
18	Ср Тр	=B17

Общий % 000

	A	B
1	Количество	
2		2013
3	грабежи	3838
17	Ср Кр	1,04
18	Ср Тр	104%

Средний темп прироста рассчитывается на основании среднего темпа роста вычитанием из последнего 100%

	А	В		А	В
1	Количество		1	Количество	
2		2013	2		2013
3	грабежи	3838	3	грабежи	3838
18	Ср Тр	104%	18	Ср Тр	104%
19	Ср Тпр	=B18-1	19	Ср Тпр	4%

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭКСТРАПОЛЯЦИИ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПРЕСТУПНОСТИ

Экстраполяция - это распространение выявленных при анализе рядов динамики закономерностей развития изучаемого объекта на будущее (при предположении, что выявленная закономерность, выступающая в качестве базы прогнозирования, сохраняется и в дальнейшем).

Точность прогноза зависит от следующих факторов:

- стабильности условий, сформировавших в базисном ряду динамики его основные компоненты;
- продолжительности базисного ряда динамики;
- сроков прогнозирования (периода упреждения).

Дискретный (точечный) прогноз уровней базируется на характере закономерностей развития явлений в исходном ряду динамики. Если развитие процесса идет по закону арифметической прогрессии (с относительно стабильными абсолютными приростами), то уровни прогноза (точечные) определим по формуле: приросту, используя формулу $Y_{n+1} = Y_n + \bar{\Delta} * l$, где Y_n - конечный уровень динамики; $\bar{\Delta}$ - средний абсолютный прирост; l - срок прогноза.

1. Сделайте прогноз развития преступности на 2024 год (дискретный).

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	Ј	К	Л		А	В
2		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2		2013
3	грабежи	3838	4158	4678	4892	5654	5591	5487	5401	5586	5628	5768	3	грабежи	3838
15	Ср. абсолю. Прирост	193											15	Ср. абсолю. Прирост	193
20	Прогноз на 2024 год (один год, L=1)	=L3+B15*1											20	Прогноз на 2024 год (один год, L=1)	5961

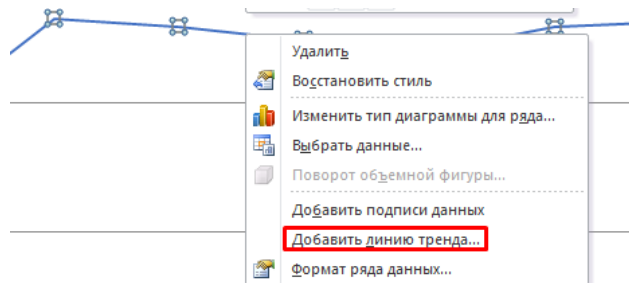
Графический (линия тренда) Линии тренда представляют собой геометрическое отображение средних значений анализируемых показателей, полученное с помощью какой-либо математической функции. Выбор функции для построения линии тренда обычно определяется характером изменения данных во времени.

2. Сделайте прогноз развития преступности на 2024-2025 года с помощью линии тренда.

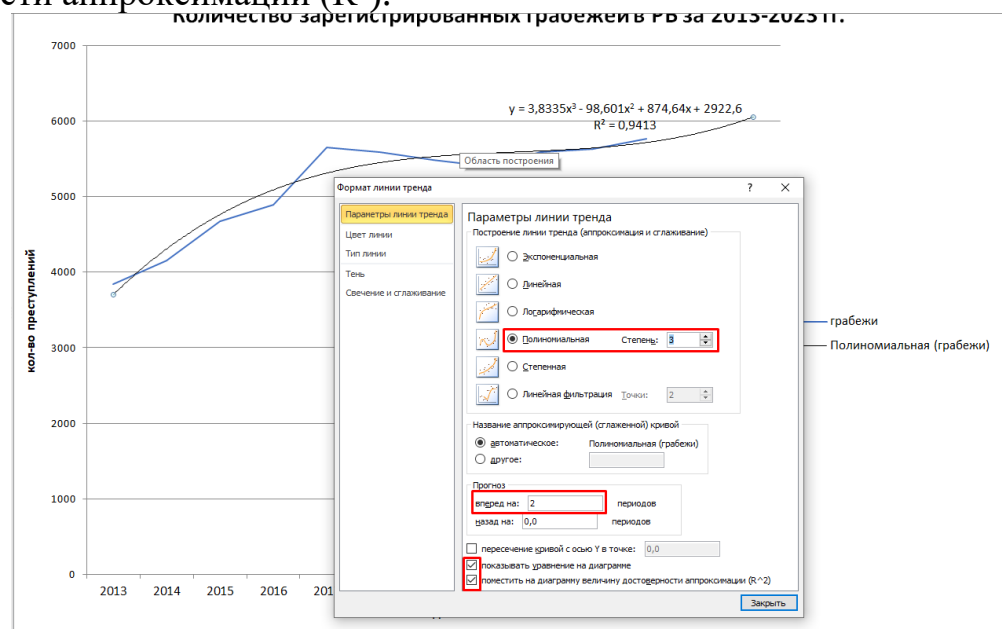
3. На отдельном листе «Диаграмма 1» переименуйте в «Прогноз» построить **график** динамического ряда для **2013-2023 гг.** (График должны содержать: *название, подписи значений осей, названия осей, линии сетки – основные, легенду*)

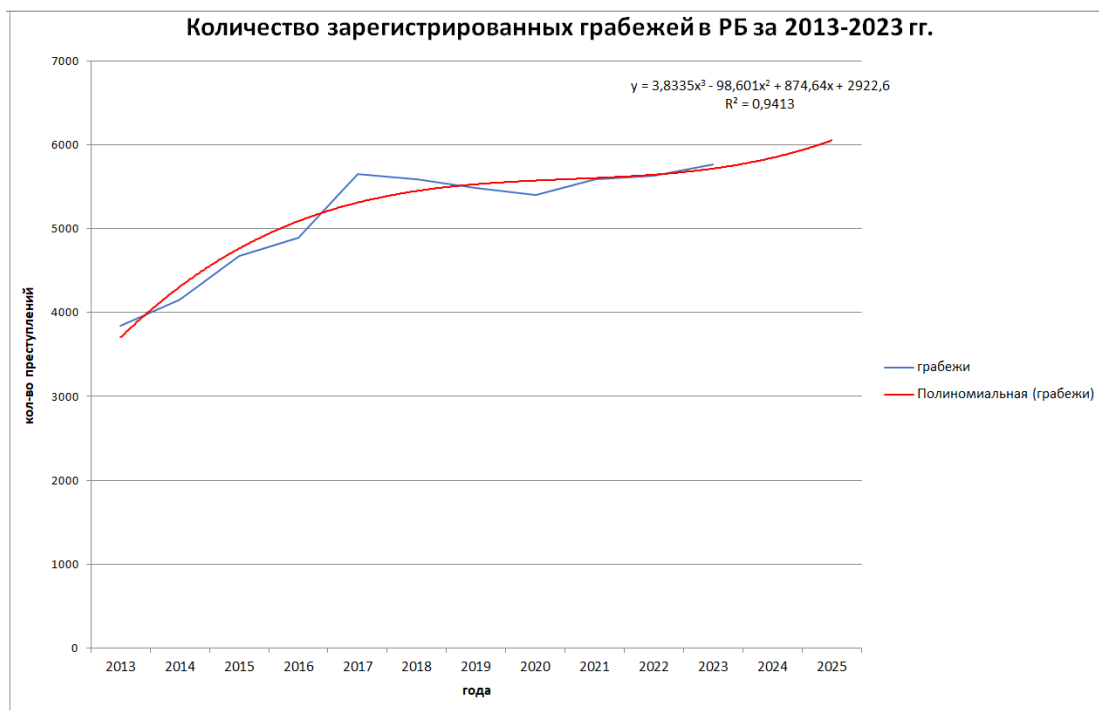


4. Добавить линию тренда: На самом графике нажать ПКМ (правую кнопку мыши)



5. Подобрать линию тренда наиболее приближенную к графику, установить прогноз на 2 периода вперед, вывести уравнение и величину достоверности аппроксимации (R^2).





6. Используя формулу уравнения линии тренда аналитически рассчитать показатели преступности в 2024, 2025 годах.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ:

На диске **D** создайте файл **Анализ преступности_Фамилия.xlsx**

1. Проанализируйте методом укрупнения интервалов:

Количество краж совершенных в 2023 г.

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
73	81	83	111	113	94	108	78	90	91	80	67



Используя **Надпись** сделайте вывод.

2. Определить тенденцию развития преступности, сглаживая ряд методом скользящей средней за 3 года и за 5 лет.

Количество хулиганств совершенных в 2009 - 2023 гг.

Года	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
всего зарег. прест.	2457	2191	2163	2587	2851	2442	2390	2931	2251	2326

2019	2020	2021	2022	2023
2657	2243	2153	2462	2845



Используя **Надпись** сделайте вывод.

3. Исследуйте динамический ряд **цепным и базисным методами** по отдельности (на отдельных листах). Используя метод экстраполяции (дискретный и графический) постройте прогноз на 3 периода вперед.

Количество зарегистрированных разбоев за 2015-2023 года

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
разбои	367	389	365	359	348	340	358	362	376

4. По таблице **ОБЩАЯ ПРЕСТУПНОСТЬ по г.Минску** вычислите следующие относительные показатели:

- долю тяжких преступлений в общем объеме преступлений.
- долю убийств в зарегистрированных тяжких преступлениях.
- долю нераскрытых преступлений в общем объеме преступлений.
- раскрываемость тяжких преступлений.

- общую раскрываемость преступлений.
- соотношение между убийствами и покушениями на убийство.
- соотношение между умышленными тяжкими и менее тяжкими телесными повреждениями.

ОБЩАЯ ПРЕСТУПНОСТЬ по г.Минску

Наименование показателей	
1. Предотвращено преступлений	401
2. Зарегистрировано всего преступлений	19045
3. Раскрыто всего преступлений	13292
4. Зарегистрировано тяжких преступлений	11487
5. Раскрыто тяжких преступлений	8760
6. Из числа зарегистрированных по отдельным видам совершено:	
6.1. убийств	141
6.2. покушений на убийство	17
6.3.умышленных тяжких телесных повреждений	293
6.4. умышленных менее тяжких телесных повреждений	85

ТЕМА 2 ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЛУЖЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Тема 2.2 (4 часа)

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Корреляционный анализ.
2. Регрессионный анализ.

Вопросы для актуализации опорных знаний

1. Для чего используется корреляционный анализ;
2. Что характеризует коэффициент корреляции;
3. Что используется для количественной оценки связи;
4. На какие виды по характеру различают связи;
5. В каких пределах изменяется парный коэффициент корреляции;
6. Укажите требования, которые предъявляются к статистическим данным для применения корреляционно-регрессионного анализа;
7. Понятие регрессионной связи;
8. Укажите последовательность этапов проведения корреляционно-регрессионного анализа.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

Корреляционный анализ – статистический метод, позволяющий с использованием коэффициентов корреляции определить, существует ли зависимость между переменными и насколько она сильна.

Задача корреляционного анализа – выявление характера и степени взаимосвязи между показателями, являющимися случайными величинами.

Корреляционная зависимость – это согласованные изменения двух (парная корреляционная связь) или большего количества признаков (множественная корреляционная связь). Суть ее заключается в том, что при изменении значения одной переменной происходит закономерное изменение (уменьшение или увеличение) другой(-их) переменной(-ых).

Коэффициент корреляции – двумерная описательная статистика, количественная мера взаимосвязи (совместной изменчивости) двух переменных.

В корреляционном анализе определяется один показатель, характеризующий степень тесноты взаимосвязи показателей.

Типы корреляции

Положительная корреляция: когда одна переменная увеличивается, другая также увеличивается. Например, чем больше времени человек тратит на учебу, тем выше его оценки.

Отрицательная корреляция: когда одна переменная увеличивается, другая уменьшается. Например, чем больше человек тратит времени на просмотр телевизора, тем меньше времени он тратит на физические упражнения.

Отсутствие корреляции: нет связи между двумя переменными. Например, цвет глаз человека не связан с его ростом.

Интерпретация значений коэффициента корреляции	
Значение	Интерпретация
до 0,2	Очень слабая
до 0,5	Слабая
до 0,7	Средняя
до 0,9	Сильная
свыше 0,9	Очень сильная корреляция

1. Запустите программу MS Excel
2. На рабочем столе создайте файл **Корреляция_Фамилия.xlsx**
3. На *Листе 1* (переименовать: **Корреляция**) наберите таблицу в соответствии с образцом (см. Таблица 1).

Таблица1

показатели	годы									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
уровень преступности	59	46,5	46,3	42,0	41,7	50,9	63,8	69	95,7	107,3
количество ранее судимых (на 10 тыс.)	157,6	152,7	148	143,9	138,4	131,2	143,9	164,5	175,3	180,2
количество наркоманов (на 100 тыс.)	2	2,3	4,5	6	6,9	8	12	16,8	20,8	25
количество незанятых (на 100 тыс.)	110,8	102	101,3	98,7	95,2	96,8	95,6	110,3	125,9	132,7
доля городского населения	0,8	0,806	0,809	0,81	0,812	0,816	0,82	0,826	0,83	0,838
количество иммигрантов (на 1 тыс.)	12,3	12,1	15,4	17,8	23,7	24,3	24,9	23,8	21,5	28,7

1. справа от таблицы вставьте столбец данных, озаглавленный **коэффициент корреляции**, содержащий вычисленный с помощью Excel соответствующий коэффициент корреляции приведенного ряда данных с рядом уровень преступности.

2. вставьте новый лист (**Диагр_разброса**). На этом листе рядом расположите **диаграммы разброса** для всех рядов (5 диаграмм, сравнение показателей ряда с уровнем преступности). Диаграммы должны содержать подписи значений осей, названия осей, линии сетки, цену основных делений оси X 10 делений. Сделайте необходимые пояснения.

3. Подберите линию тренда для диаграммы разброса с наибольшим коэффициентом корреляции, предварительно скопировав эту диаграмму на отдельный лист диаграмм **Разброс_тренд**. Диаграмма должна содержать уравнение линии тренда, величину достоверности аппроксимации.

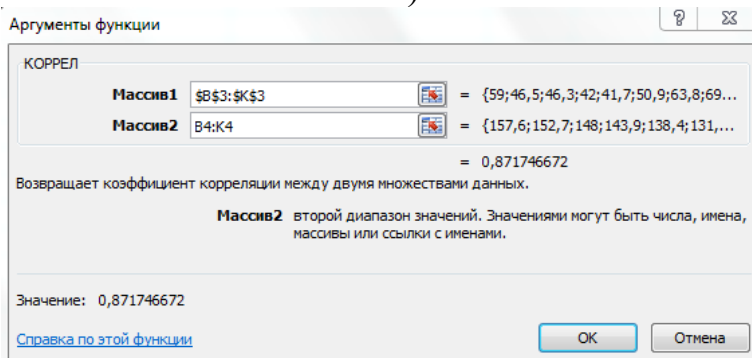
4. На отдельном листе диаграмм **Тренд** постройте график динамического ряда уровня преступности для 20014–2021 г., затем добавьте для него линию тренда, предложив прогноз на 2022–2023 гг. Сравните прогнозные результаты с имеющимися данными. Диаграмма должна содержать подписи значений осей, названия осей, линии сетки, легенду, уравнение линии тренда. Линию тренда и ее уравнение выделите цветом, отличным от цвета основного графика.

РЕШЕНИЕ

1. Решение задачи осуществляется с помощью компьютерной технологии MS Excel. Для этого данные из табл. 1 переносятся на лист книги MS Excel.

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	Ј	К
1	показатели	годы									
2		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	уровень преступности	59	46,5	46,3	42	41,7	50,9	63,8	69	95,7	107,3
4	количество ранее судимых (на 10 тыс.)	157,6	152,7	148	143,9	138,4	131,2	143,9	164,5	175,3	180,2
5	количество наркоманов (на 100 тыс.)	2	2,3	4,5	6	6,9	8	12	16,8	20,8	25
6	количество незанятых (на 100 тыс.)	110,8	102	101,3	98,7	95,2	96,8	95,6	110,3	125,9	132,7
7	доля городского населения	0,8	0,806	0,809	0,81	0,812	0,816	0,82	0,826	0,83	0,838
8	количество иммигрантов (на 1 тыс.)	12,3	12,1	15,4	17,8	23,7	24,3	24,9	23,8	21,5	28,7

Слева от созданной таблицы добавляется столбец «Коэффициент корреляции» для размещения вычисленных коэффициентов корреляции. Расчет величины корреляционной связи между уровнем преступности в регионе и приведенными в табл. 1 показателями осуществляется с помощью статистической функции: =КОРРЕЛ(массив1;массив2), где массив1 – это уровень преступности в регионе (В3:К3), массив2 – показатели из табл (массив В4:К4, массив В5:К5 и т. д.). (для возможности копирования формул примените абсолютные ссылки).



Результаты вычисления коэффициентов корреляции:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	показатели	годы										Коэффициент корреляции
2		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
3	уровень преступности	59	46,5	46,3	42	41,7	50,9	63,8	69	95,7	107,3	
4	количество ранее судимых (на 10 тыс.)	157,6	152,7	148	143,9	138,4	131,2	143,9	164,5	175,3	180,2	0,87
5	количество наркоманов (на 100 тыс.)	2	2,3	4,5	6	6,9	8	12	16,8	20,8	25	0,91
6	количество незанятых (на 100 тыс.)	110,8	102	101,3	98,7	95,2	96,8	95,6	110,3	125,9	132,7	0,92
7	доля городского населения	0,8	0,806	0,809	0,81	0,812	0,816	0,82	0,826	0,83	0,838	0,85
8	количество иммигрантов (на 1 тыс.)	12,3	12,1	15,4	17,8	23,7	24,3	24,9	23,8	21,5	28,7	0,53

Анализ рассчитанных коэффициентов корреляции позволяет сделать вывод о том, очень сильная связь существует между уровнем преступности в регионе и количеством незанятых, между уровнем преступности в регионе и количеством наркоманов ($K = 0,92$, $K=0,91$ соответственно). Эта связь является очень сильной, так как $|K| > 0,9$.

Корреляционная связь между уровнем преступности и количеством ранее судимых, между уровнем преступности и количеством городского населения сильная ($K = 0,87$, $K=0,85$ соответственно). так как $0,8 < |K| < 0,9$.

Корреляционная связь установилась между уровнем преступность в регионе и количеством иммигрантов ($K = 0,53$) средняя, так как $0,5 < |K| < 0,7$.

Определим значимость полученных результатов. Для этого используем t-статистику Стьюдента: $t_{\text{расч}} = \frac{r_{xy}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}$ где n – размерность ряда

Добавим столбец M- расчетную статистику Стьюдента. В ячейку M1 введем название «расчетная статистика Стьюдента».

В ячейку M4 введем формулу $=L4*8^{(1/2)}/(1-L4*L4)^{(1/2)}$, и так для остальных строк (формулу можно скопировать и вставить в ячейку).

В ячейку M9 введем формулу $=\text{СТЮДРАСПОБР}(0,05;8)$ (критическое значение распределения Стьюдента).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	показатели	годы										Коэффициент корреляции	Расчетная статистика Стьюдента
2		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
3	уровень преступности	59	46,5	46,3	42	41,7	50,9	63,8	69	95,7	107,3		
4	количество ранее судимых (на 10 тыс.)	157,6	152,7	148	143,9	138,4	131,2	143,9	164,5	175,3	180,2	0,87	5,03
5	количество наркоманов (на 100 тыс.)	2	2,3	4,5	6	6,9	8	12	16,8	20,8	25	0,91	6,20
6	количество незанятых (на 100 тыс.)	110,8	102	101,3	98,7	95,2	96,8	95,6	110,3	125,9	132,7	0,92	6,80
7	доля городского населения	0,8	0,806	0,809	0,81	0,812	0,816	0,82	0,826	0,83	0,838	0,85	4,61
8	количество иммигрантов (на 1 тыс.)	12,3	12,1	15,4	17,8	23,7	24,3	24,9	23,8	21,5	28,7	0,53	1,75
9													
10												критическое значение распределения Стьюдента	2,31

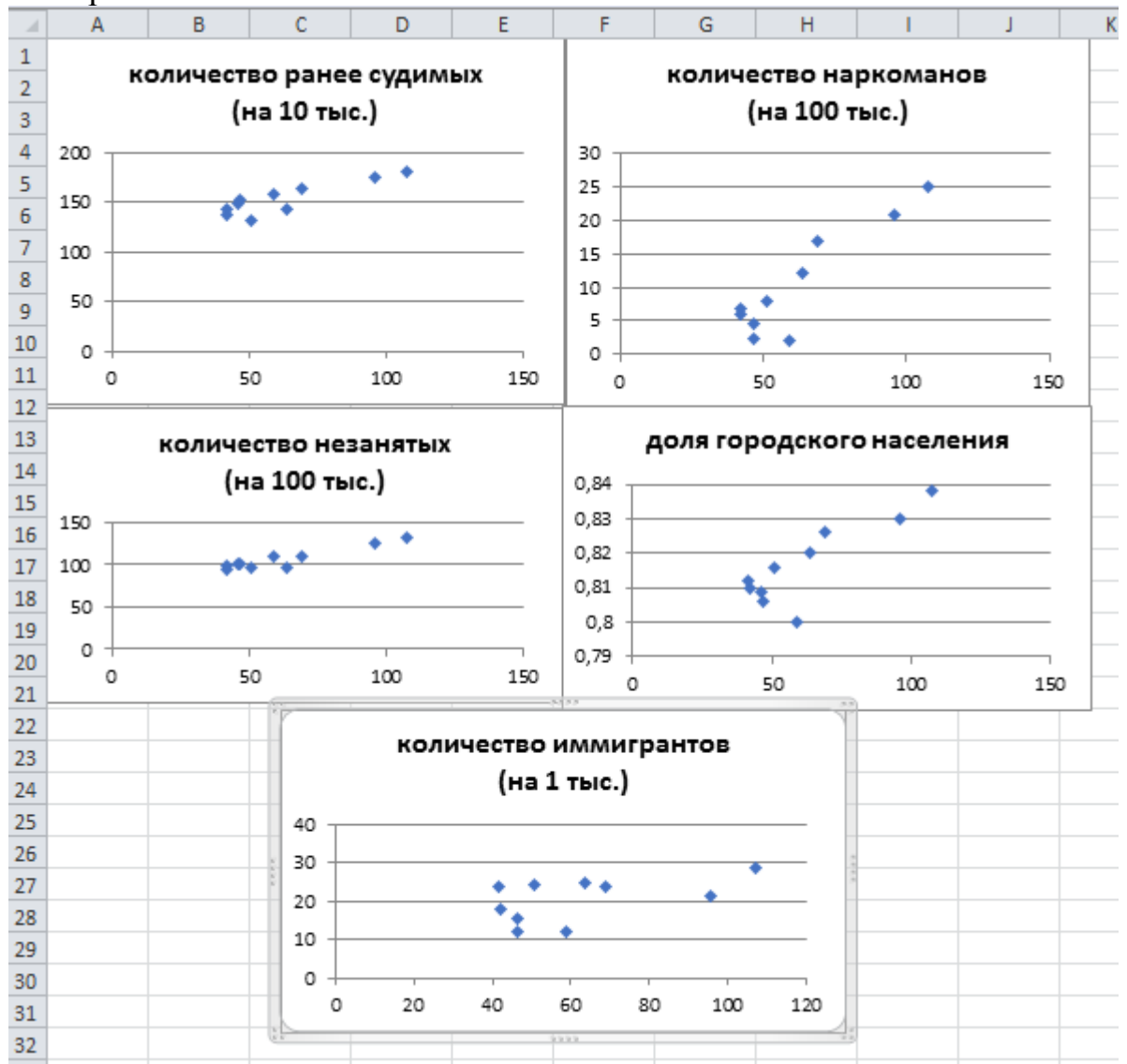
Сравним вычисленные значения с критическим.

Сделаем вывод о наличии связи между исследуемыми величинами:

Если $-t_{\text{расч}} > t_{\text{крит}}$, то между переменными существует зависимость и найденный коэффициент корреляции значим.

Если – $t_{расч} < t_{крит}$, то между найденный коэффициент корреляции не значим.

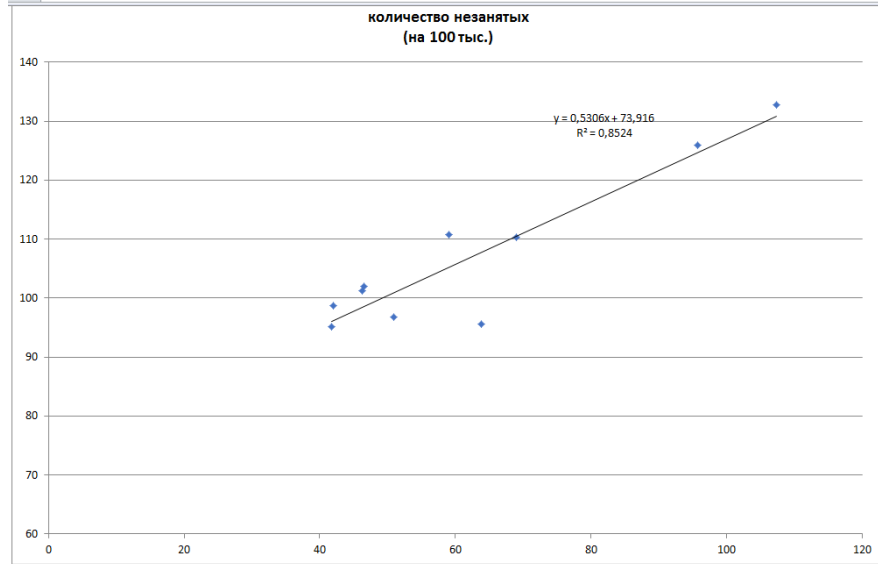
2. Построение диаграмм разброса для рядов показателей с наибольшим и наименьшим коэффициентами корреляции осуществляется с помощью Мастера диаграмм MS Excel. Для построения диаграммы разброса с наибольшим значением коэффициента корреляции в качестве рядов данных используются массивы В3:К3 и В6:К6, а для диаграммы с наименьшим коэффициентом корреляции – массивы В3:К3 и В8:К8. Вид построенных диаграмм разброса показан на рис.1 и 2.



Анализ диаграмм разброса, показывает, что на диаграмме разброса с наибольшим коэффициентом корреляции точки разбросаны вблизи некоторой прямой линии. Это указывает на присутствие некоторой закономерности между уровнем преступности и количеством незанятых. Эта закономерность может быть описана прямолинейной зависимостью. В частности, такой линией может быть построенная на диаграмме линия тренда. Точки на диаграмме разброса для наименьшего коэффициента корреляции разбросаны достаточно хаотично,

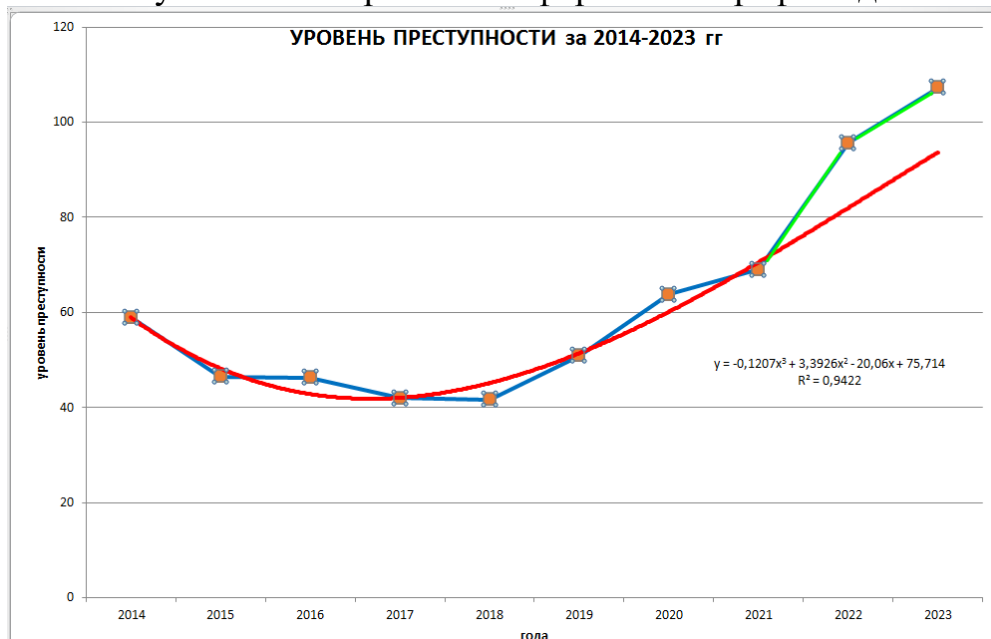
что свидетельствует о более слабой тесноте связи между уровнем преступности и количестве иммигрантов по сравнению с предыдущим случаем.

Построим диаграмма разброса для наибольшего коэффициента корреляции ($K = 0,92$). В диаграмму разброса добавляем линию тренда линейного типа: $y = 0,5306x + 73,916$ с коэффициентом аппроксимации $R^2 = 0,8524$.



3. График динамического ряда уровня преступности в регионе за 2014-2021 г.г. строим с помощью Мастера диаграмм MS Excel. Для этого в табл. 1 выделяем массив ячеек В3:І3, выбираем тип диаграммы график с маркерами. К построенному графику добавляем линию тренда, продолжив прогноз на 2022-2023 г.г. В качестве линии тренда использована полиномиальная линия, уравнение которой имеет вид: $y = -0,1207x^3 + 3,3926x^2 - 20,06x + 75,714$. Коэффициент аппроксимации $R^2 = 0,9422$.

Результаты построения и оформления графика динамического ряда:



Сравнение прогнозных значений уровня преступности в 2022-2023 г.г. с реальными данными аналогичных периодов из таблицы показывает, что

прогнозные значения меньше реальных. Однако, для социально-правовых явлений и процессов такие отклонения допустимы и прогнозные значения, получаемые на основании построенной линии тренда, приближенно могут быть использованы для оценки тенденции развития.

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Задача регрессионного анализа – выявление того, насколько изменение одной переменной (фактора) в среднем влияет на изменение другой переменной (результативного признака).

В регрессионном анализе строится модель регрессии в виде математической функции, которая показывает влияние факторов на некоторый показатель.

Как и корреляционный анализ, регрессионный анализ отражает только количественные зависимости между переменными. Причинно-следственные зависимости регрессионный анализ не отражает. Гипотезы о причинно-следственной связи переменных должны формулироваться и обосновываться исходя из теоретического анализа содержания изучаемого явления.

Существует множество видов регрессии, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки.

Линейная регрессия обычно является первыми видами регрессии, которые изучают в таких областях, как машинное обучение и наука о данных.

Мы остановимся на ней.

Регрессия — это метод, используемый для моделирования и анализа отношений между переменными, а также для того, чтобы увидеть, как эти переменные вместе влияют на получение определенного результата. Линейная регрессия относится к такому виду регрессионной модели, который состоит из взаимосвязанных переменных. Начнем с простого. Парная (простая) линейная регрессия — это модель, позволяющая моделировать взаимосвязь между значениями одной входной независимой и одной выходной зависимой переменными с помощью линейной модели, например, прямой.

Более распространенной моделью является множественная линейная регрессия, которая предполагает установление линейной зависимости между множеством входных независимых и одной выходной зависимой переменных. Такая модель остается линейной по той причине, что выход является линейной комбинацией входных переменных. Мы можем построить модель множественной линейной регрессии следующим образом:

$$Y = a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + a_3 * X_3 \dots\dots a_n * X_n + b$$

Где a_n — это коэффициенты, X_n — переменные и b — смещение. Как видим, данная функция не содержит нелинейных коэффициентов и, таким образом, подходит только для моделирования линейных данных. Все очень

просто: мы взвешиваем значение каждой переменной X_n с помощью весового коэффициента a_n .

Несколько важных пунктов о линейной регрессии:

- она легко моделируется и является особенно полезной при создании не очень сложной зависимости, а также при небольшом количестве данных;
- обозначения интуитивно-понятны;
- чувствительна к выбросам.

Рассмотрим следующую задачу: для данных из **Таблицы 1** (уровень преступности (X), количество ранее судимых (на 10 тыс.)(Y))

1. Построить линейное уравнение регрессии Y по X;
2. Рассчитать линейный коэффициент корреляции, коэффициент детерминации и среднюю ошибку аппроксимации;
3. Рассчитать коэффициент эластичности.

Решение:

1. На *Листе 2* (переименовать: **Регрессия**) используя данные из **Таблицы 1** с использованием транспонирования, создайте таблицу следующего вида:

	A	B	C
1		X	Y
2	года	уровень преступности	количество ранее судимых (на 10 тыс.)
3	2014	59	157,6
4	2015	46,5	152,7
5	2016	46,3	148
6	2017	42	143,9
7	2018	41,7	138,4
8	2019	50,9	131,2
9	2020	63,8	143,9
10	2021	69	164,5
11	2022	95,7	175,3
12	2023	107,3	180,2

Выделяем диапазон

уровень преступности	59	46,5	46,3	42	41,7	50,9	63,8	69	95,7	107,3
количество ранее судимых (на 10 тыс.)	157,6	152,7	148	143,9	138,4	131,2	143,9	164,5	175,3	180,2

→ копируем переходим на лист Регрессия в ячейку B2 [ПКМ (правая кнопка

мышью) →

Параметры вставки:

Специальная вставка...

☒ транспонировать

→ оформляем полученную таблицу согласно образца.

Уравнение парной регрессии имеет вид:

$$y = a + bx$$

- x, y – факторная и зависимые переменные;
- a, b – коэффициенты уравнения.

Коэффициенты уравнения парной линейной регрессии будем искать с помощью метода наименьших квадратов и табличного процессора MS Excel. Согласно МНК коэффициенты уравнения находятся по следующим формулам:

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \times \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}$$

$a = \bar{y} - b\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{x}$, $\overline{xy}$, $\overline{x^2}$, $\bar{x}^2$ - средние значения соответствующих столбцов данных.

Составим дополнительную таблицу для $\overline{x^2}$, $\overline{xy}$ и произведем промежуточные расчеты в табличном процессоре:

уровень преступности	количество ранее судимых (на 10 тыс.)	X^2
59	157,6	=B3*B3

получим таблицу следующего

вида:

	A	B	C	D	E
1		X	Y		
2	года	уровень преступности	количество ранее судимых (на 10 тыс.)	X^2	XY
3	2014	59	157,6	3481	9298,4
4	2015	46,5	152,7	2162,25	7100,55
5	2016	46,3	148	2143,69	6852,4
6	2017	42	143,9	1764	6043,8
7	2018	41,7	138,4	1738,89	5771,28
8	2019	50,9	131,2	2590,81	6678,08
9	2020	63,8	143,9	4070,44	9180,82
10	2021	69	164,5	4761	11350,5
11	2022	95,7	175,3	9158,49	16776,2
12	2023	107,3	180,2	11513,3	19335,5

Справа от таблицы рассчитаем средние значения:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		X	Y							
2	года	уровень преступности	количество ранее судимых (на 10 тыс.)	X^2	XY					
3	2014	59	157,6	3481	9298,4	среднее X	62,22	=СРЗНАЧ(B3:B12)		
4	2015	46,5	152,7	2162,25	7100,55	среднее Y	153,6	=СРЗНАЧ(C3:C12)		
5	2016	46,3	148	2143,69	6852,4	среднее X^2	4338,386	=СРЗНАЧ(D3:D12)		
6	2017	42	143,9	1764	6043,8	среднее XY	9838,75	=СРЗНАЧ(E3:E12)		
7	2018	41,7	138,4	1738,89	5771,28	квадрат среднего	3871,33	=H3*H3		
8	2019	50,9	131,2	2590,81	6678,08	коэффициент b	0,607	=(H6-H3*H4)/(H5-H7)		
9	2020	63,8	143,9	4070,44	9180,82	коэффициент a	115,79	=H4-H8*H3		
10	2021	69	164,5	4761	11350,5					
11	2022	95,7	175,3	9158,49	16776,2					
12	2023	107,3	180,2	11513,3	19335,5					

В результате мы получили уравнение парной линейной регрессии:

$$y = 0,6073x + 115,79$$

Коэффициент корреляции, как правило используется для оценки направления и тесноты связи между зависимой и факторной переменными. Однако уже сейчас мы можем предположить направление связи между X и Y по знаку в уравнении регрессии.

Поскольку в уравнении стоит знак «+», то можно предположить наличие прямой связи между X и Y, т.е. значения Y напрямую зависят от значений X.

С помощью средств табличного процессора оценим тесноту этой связи: Добавим в ячейку **H11** коэффициент корреляции:

	F	G	H	I	J
10					
11		корреляция	0,87	=КОРРЕЛ(B3:B12;C3:C12)	

Коэффициент корреляции $r_{yx} = 0,87$. Отсюда можно сделать вывод, что между переменными X и Y существует **сильная** связь. Положительное значение коэффициента корреляции подтверждает наше предположение о направлении связи – Y зависит от X.

Между коэффициентом корреляции и коэффициентом детерминации существует взаимосвязь:

$$R^2 = r_{yx}^2$$

	G	H	I	
13	детерминация	0,76	=H11*H11	

Отсюда получаем значение в ячейке **H13** коэффициента детерминации: $R^2 = 0,76$.

То есть уравнение регрессии объясняет 76% значений зависимой переменной. Можно говорить о довольно высоком качестве уравнения регрессии.

Для подтверждения наших выводов о качестве уравнения рассчитаем показатель средней ошибки аппроксимации:

$$A = \frac{1}{n} \times \sum \left| \frac{y - y'}{y} \right| \times 100$$

Проведем дополнительные расчеты:

В ячейках A15:A24 рассчитаем Y^* , в ячейках B15:B24 $(Y - Y^*) / Y$

В ячейку A14 введем Y^* , в ячейку B14 – $(Y - Y^*) / Y$

В ячейку **A15** вводим следующую формулу: $=\$H\$9 + \$H\$8 * B3$ т.е.

коэффициент а	115,79	(в абсолютных ссылках)	складываем с
коэффициент b	0,607	(в абсолютных ссылках)	умноженный на ячейку B3

первое значение столбца X (уровень преступности) равную 59 и растягиваем полученную формулу.

В ячейку **B15** вводим следующую формулу: $=ABS((C3 - A15) / C3)$
 (ABS функция возвращающая модуль числа) и растягиваем полученную формулу. В Результате получим следующую таблицу:

	A	B
14	Y*	(Y-Y*) / Y
15	151,61	0,04
16	144,02	0,06
17	143,90	0,03
18	141,29	0,02
19	141,11	0,02
20	146,70	0,12
21	154,53	0,07
22	157,69	0,04
23	173,90	0,01
24	180,95	0,00

В ячейке **H15** вычислим среднюю ошибку аппроксимации:

	F	G	H	I	J
14					
15		средняя ошибка аппроксимации	4%	=СУММ(B15:B24)/10	

(в процентном формате).

Получаем, что средняя ошибка аппроксимации попадает в предел до 5 – 8% (A = 4%), что подтверждает наш вывод о высоком качестве уравнения регрессии.

Коэффициент эластичности определим по следующей формуле:

$$\varepsilon = b \times \frac{\bar{x}}{\bar{y}}$$

Коэффициент эластичности показывает, на сколько % изменяется результативный признак при изменении факторного признака на 1%.)

	G	H	I
17	коэффициент эластичности	0,25	=H8*H3/H4

В ячейку **H17** введем формулу:

Таким образом, при изменении значения X на 1% значение Y изменится на 0,25%.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ:

1. В MS Excel на листе (**корреляция**) создайте таблицу приведенного вида, заполнив данными из сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь <https://www.belstat.gov.by/>. Из раздела

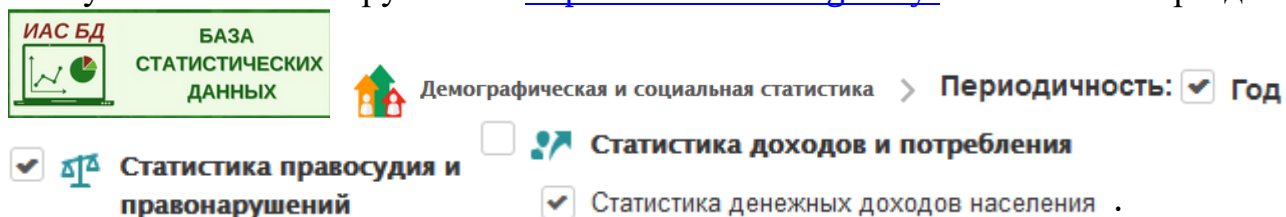


Таблица 2

Демографическая и социальная статистика Республики Беларусь за 2010-2022 года													
Года	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Число зарегистрированных преступлений													
Число преступлений, связанных с незаконными действиями в отношении наркотических средств, психотропных веществ их прекурсоров и аналогов													
Число преступлений, совершенных против порядка осуществления экономической деятельности													
Количество дорожно-транспортных происшествий													
Численность женщин, совершивших преступления													
Численность лиц, лишенных родительских прав													
Численность детей, родители которых лишены родительских прав													
Численность безработных													
Денежные доходы населения в расчете на душу населения в месяц													

(если занятия проходят в классах ВСПД воспользуйтесь файлом **данные.zip**)

2. Справа от таблицы вставьте столбец данных, озаглавленный **коэффициент корреляции**, содержащий вычисленный с помощью MS Excel соответствующий коэффициент корреляции приведенного ряда данных с рядом **Число зарегистрированных преступлений**. Для ячеек с коэффициентами корреляции вставьте примечание: определяющее силу связи и ее направление.

3. Подберите линию тренда для диаграммы разброса с наибольшим коэффициентом корреляции, предварительно скопировав эту диаграмму на отдельный лист диаграмм **Разброс_тренд**. Диаграмма должна содержать уравнение линии тренда, величину достоверности аппроксимации.

4. На отдельном листе диаграмм **Тренд** постройте график динамического ряда **Число зарегистрированных преступлений** за 2010–2020 г.г., затем добавьте для него линию тренда, предложив прогноз на 2021–2022 гг. Сравните прогнозные результаты с имеющимися данными. Диаграмма должна содержать подписи значений осей, названия осей, линии сетки, легенду, уравнение линии тренда. Линию тренда и ее уравнение выделите цветом, отличным от цвета основного графика. Сделайте выводы.

5. На новый лист книги MS Excel (**регрессия**) перенесите данные из **Таблицы 2** (число зарегистрированных преступлений (X), и строку с наивысшим коэффициентом корреляции (Y))

- построить линейное уравнение регрессии Y по X ;
- рассчитать линейный коэффициент корреляции, коэффициент детерминации и среднюю ошибку аппроксимации;
- рассчитать коэффициент эластичности.

Сделать выводы