

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

А. С. СОКОЛОВ

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
СРЕДСТВАМИ MS EXCEL**

Практическое пособие

для магистрантов специальности 1-33 80 01 «Экология»

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2020

УДК 004.92:502/504(076)
ББК 32.972.131.4я73+20.1я73
С594

Рецензенты:

кандидат географических наук А. И. Павловский,
кандидат географических наук Е. Н. Карчевская

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
учреждения образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»

Соколов, А. С.

С594 Компьютерная визуализация экологической информации
средствами MS Excel : практическое пособие / А. С. Соколов ;
Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ
им. Ф. Скорины, 2020. – 45 с.
ISBN 978-985-577-645-2

Практическое пособие разработано в соответствии с учебной
программой дисциплины «Компьютерная визуализация экологиче-
ской информации» и посвящено рассмотрению основных типов ста-
тичных и анимированных диаграмм, включая диаграммы на карто-
графической основе, особенностей их выбора для отображения кон-
кретной информации, методик создания и оформления.

Адресовано магистрантам специальности 1-33 80 01 «Экология».

УДК 004.92:502/504(076)
ББК 32.972.131.4я73+20.1я73

ISBN 978-985-577-645-2

© Соколов А. С., 2020

© Учреждение образования «Гомельский
государственный университет
имени Франциска Скорины», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Тема 1. Визуализация информации средствами статичной компьютерной графики в программе Microsoft Excel.....	5
Практическая работа 1. Основы составления и редактирования диаграмм в программе Microsoft Excel.....	29
Практическая работа 2. Визуализация результатов анализа данных в программе Microsoft Excel.....	31
Практическая работа 3. Научная графика повышенной сложности в программе Microsoft Excel	32
Практическая работа 4. Дополнительные возможности создания диаграмм в программе Microsoft Excel	34
Тема 2. Анимированная и картографическая визуализация информации в программе Microsoft Excel.....	36
Практическая работа 5. Основы составления и редактирования анимированных диаграмм и диаграмм на картографический основе в программе Microsoft Excel.....	43
Литература.....	45

ПРЕДИСЛОВИЕ

Под компьютерной визуализацией понимается методика перевода абстрактных представлений об объектах в геометрические образы, что дает возможность исследователю наблюдать результаты компьютерного моделирования явлений и процессов [1].

Приёмы визуализации направлены, в первую очередь, на развитие следующих познавательных универсальных учебных действий: знаково-символической деятельности, включая моделирование; умения структурировать знания; поиска и выделения необходимой информации; определения основной и второстепенной информации; анализа объектов с целью выделения признаков (существенных, несущественных); синтеза как составления целого из частей, в том числе самостоятельное достраивание, восполнение недостающих компонентов; подведение под понятие, выведение следствий; выбор оснований и критериев для сравнения, сериации, классификации объектов [2]. Важность визуализации как научного и дидактического приёма подчёркивается в многочисленных публикациях [3–8 и др.].

В данном пособии рассмотрены разнообразные методы компьютерной визуализации информации средствами статичной и анимационной графики, а также графики на картографической основе с использованием программы Microsoft Excel – наиболее распространённого в мире и простого приложения для статистических расчетов, графические инструменты.

Освоение этой программы, её многочисленных возможностей является первым шагом к полноценному овладению методами профессиональной визуализации информации не только в области экологии, но и в любых других отраслях науки, практики и образования, необходимым этапом на пути освоения более сложных и специализированных программных продуктов.

Пособие знакомит с основными наиболее распространёнными типами диаграмм, методикой их выбора для отображения определённой информации в зависимости от её особенностей и структуры, акцентирует внимание на удобное и рациональное оформление их элементов.

Поскольку визуализация, представляя результаты вычислений, обеспечивает интерпретацию и анализ полученных данных, то она является неотъемлемой частью любой научно-исследовательской деятельности, а значит освоение её методов – один из фундаментальных залогов успеха магистрантов – будущих учёных и исследователей. Настоящее пособие призвано оказать в этом помощь и содействие.

ТЕМА 1. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ СРЕДСТВАМИ СТАТИЧНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В ПРОГРАММЕ MICROSOFT EXCEL

Наиболее распространёнными средствами статичной компьютерной графики являются программы пакета MS Office, позволяющие создавать двух- и трёхмерные графики, диаграммы, гистограммы и т. д. Наибольшее распространение среди диаграмм сравнения получили **столбиковые диаграммы** – графики, на которых результаты наблюдений изображаются в виде столбиков, имеющих одинаковую ширину и расположенных на общей горизонтальной линии. Размещение столбиков в поле графика может быть различным: на одинаковом расстоянии друг от друга; вплотную друг к другу; в частном наложении друг на друга. Числовое значение каждого столбика может быть подписано для лучшей ориентировки сверху столбцов либо внутри них и т. д. (рисунки 1, 2). Правила построения столбиковых диаграмм допускают одновременное расположение на одной горизонтальной оси изображений нескольких показателей. В этом случае столбики располагаются группами. Также среди столбиковых встречается **диаграмма, отражающая промежутки**. Её особенность в том, что для каждого столбика индивидуальны как начало, так и конец, то есть она показывает не какое-то значение, а интервал значений (рисунок 5). Разнообразности столбиковых диаграмм составляют **ленточные** или **полосовые** диаграммы.

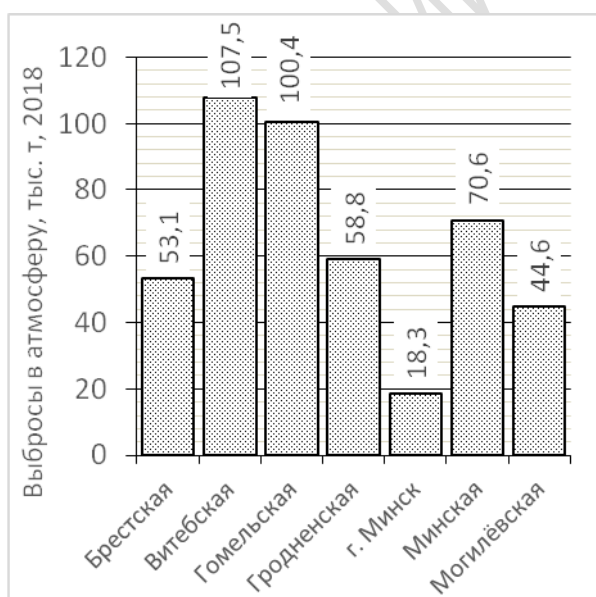


Рисунок 1 – Пример столбиковой диаграммы (выбросы в атмосферу от стационарных источников)

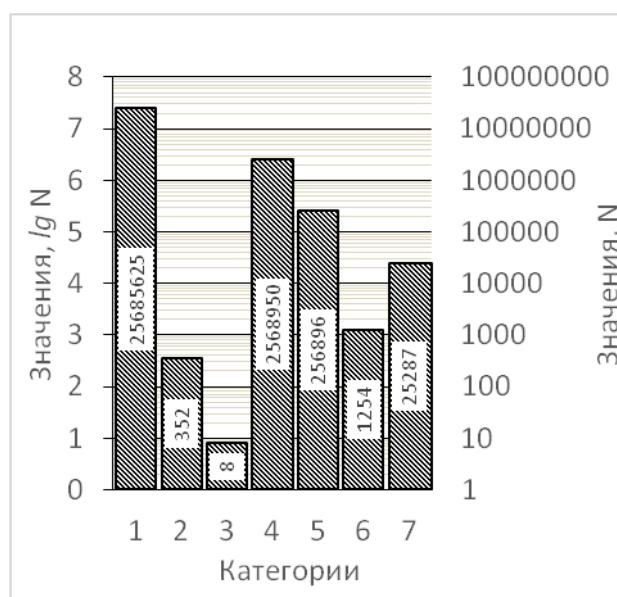


Рисунок 2 – Диаграмма с логарифмической (слева) и натуральной (справа) шкалой

Их отличие состоит в том, что полосы (аналоги столбиков) расположены на вертикальной оси, а масштабная шкала расположена по горизонтали сверху или снизу, и она определяет величину полос диаграммы. Область применения столбиковых и полосовых диаграмм одинакова, так как идентичны правила их построения.

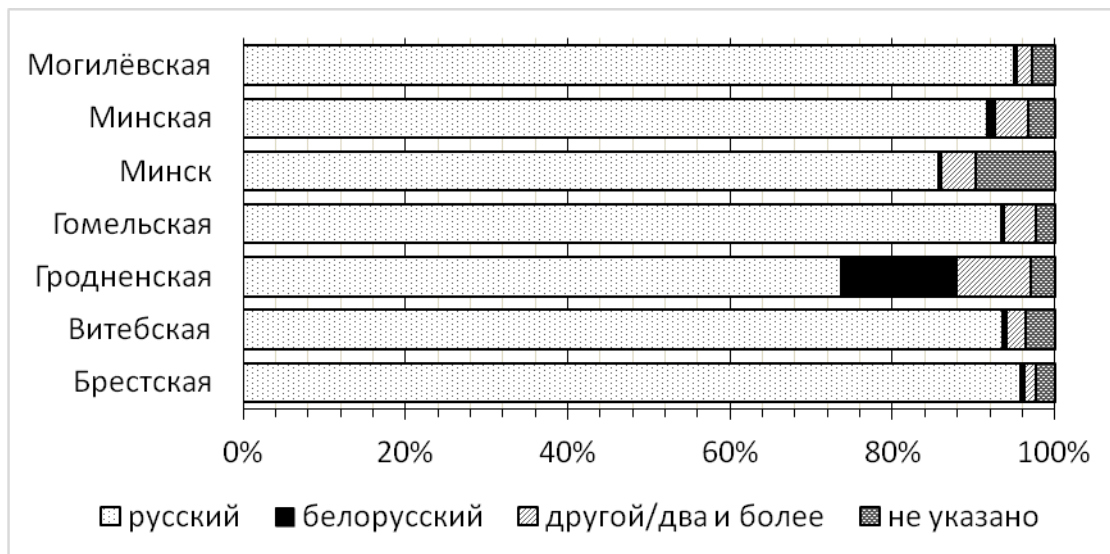


Рисунок 3 – Ленточная диаграмма «Распределение городского населения по языку бытового общения в регионах Беларуси, 2009 год», %

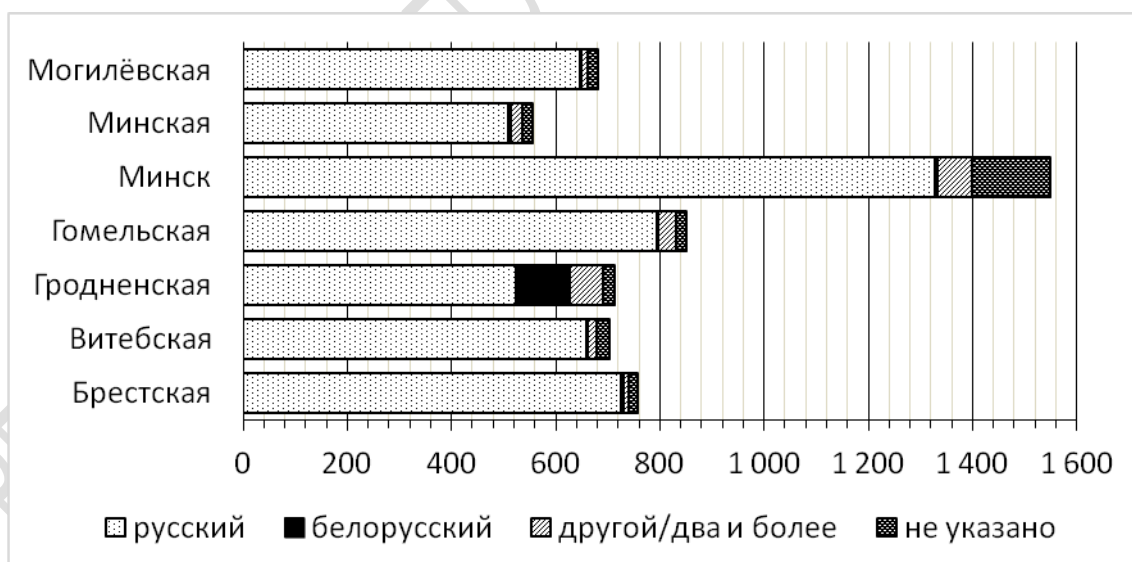


Рисунок 4 – Ленточная диаграмма «Распределение городского населения по языку бытового общения в регионах Беларуси, 2009 год», тыс. человек

Каждый столбик (полоса) может содержать различные составляющие, отражая, таким образом, не только числовую характеристику какого-либо

объекта, но и его внутреннюю структуру (такие диаграммы называют *диаграммами с накоплением*). Например, не только численность населения, но и его структуру по возрасту (до трудоспособного, в трудоспособном и после трудоспособного), по полу, национальностям и т. д. Участки диаграммы, отображающие различные составляющие показываемого явления, окрашиваются в различный цвет или штриховку. При этом внутренняя структура может отражаться как в относительных показателях (тогда длина всех столбиков или полос одинакова и равна 100 %, а отдельные составляющие выражаются в процентах) (рисунок 3), так и в абсолютных, тогда общая длина столбца (полосы) будет равна сумме длин его составляющих (рисунок 4).

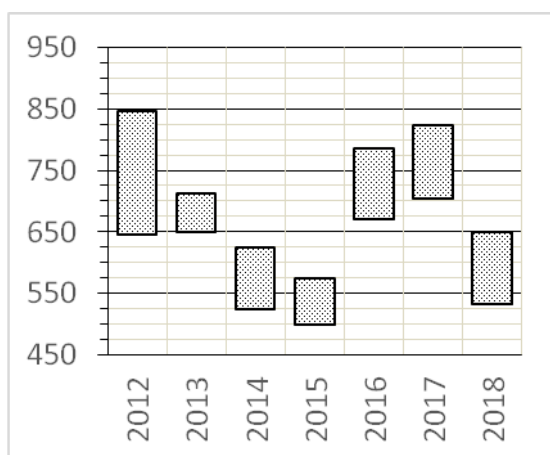


Рисунок 5 – Диапазоны минимального и максимального количества осадков по регионам Беларуси в 2012–2019 годах, мм



Рисунок 6 – Соотношение экспорта и импорта товаров в Беларуси в 2013–2019 годах, млрд. долл. США

На столбиковой диаграмме допустимо сделать один разрыв на числовой оси, когда значения одного или нескольких показателей резко отличаются от других и соблюдение пропорций для всех столбиков нивелирует различия остальных столбиков. Если же все значения резко, в десятки, сотни, тысячи и т. д. раз отличаются друг от друга, применяется иной метод – *натуральная* числовая шкала заменяется на *логарифмическую*, то есть для всех значений, по которым строится диаграмма, вычисляется логарифм (как правило, десятичный, но не обязательно – этот вопрос требует индивидуального решения), и на числовой шкале откладываются не сами абсолютные значения, а значения их логарифмов. Для лучшей ориентировки в графике и сопоставления значений логарифмов с натуральными числами, в диаграмму может добавляться ещё одна шкала с другой стороны, где будут отмечены натуральные значения (рисунок 2), тогда диаграмма будет *полулогарифмической*.

Вместо столбиковой диаграммы связь между двумя величинами можно показывать с помощью графика (изображение взаимной зависимости какой-либо количественной величины от какой-либо другой количественной величины с помощью кривых на координатной плоскости) или линейной диаграммы. Линейные диаграммы используются главным образом для характеристики вариации, динамики и взаимосвязи. Для характеристики динамики применяют в следующих случаях: 1) если количество уровней ряда динамики достаточно велико (их применение подчеркивает непрерывность процесса развития в виде непрерывной линии); 2) с целью отображения общей тенденции и характера развития явления; 3) при необходимости сравнения нескольких динамических рядов; 4) если нужно сопоставить не абсолютные уровни явления, а темпы роста.

Возможности программы MS Excel позволяют дополнить их линиями проекции точек на координатные оси для более точного определения координат точек (рисунок 7).



Рисунок 7 – Изменение среднего количества осадков за январь и июль в Могилёвской области в 2012–2018 годах

Среди столбиковых и ленточных диаграмм выделяются **направленные диаграммы**. Они отличаются от обычных двусторонним расположением столбиков или полос относительно оси, а начало отсчёта на масштабной шкале расположено в её середине (рисунок 6). Столбики могут располагаться как по вертикали (как на рисунке 6), так и по горизонтали (например, демографические пирамиды).

С направленными диаграммами схожи **диаграммы числовых отклонений**, однако они показывают не абсолютные значения, а отклонения от плана или некоторого уровня, принятого за базу сравнения (рисунок 8).

В них также полосы направлены в обе стороны от вертикальной нулевой линии, однако от одной точки столбик направлен только в одну сторону: либо вправо – для прироста, либо влево – для уменьшения. Важным достоинством рассматриваемых диаграмм является возможность видеть размах изменения изучаемого признака, что само по себе имеет большое значение для анализа данных.

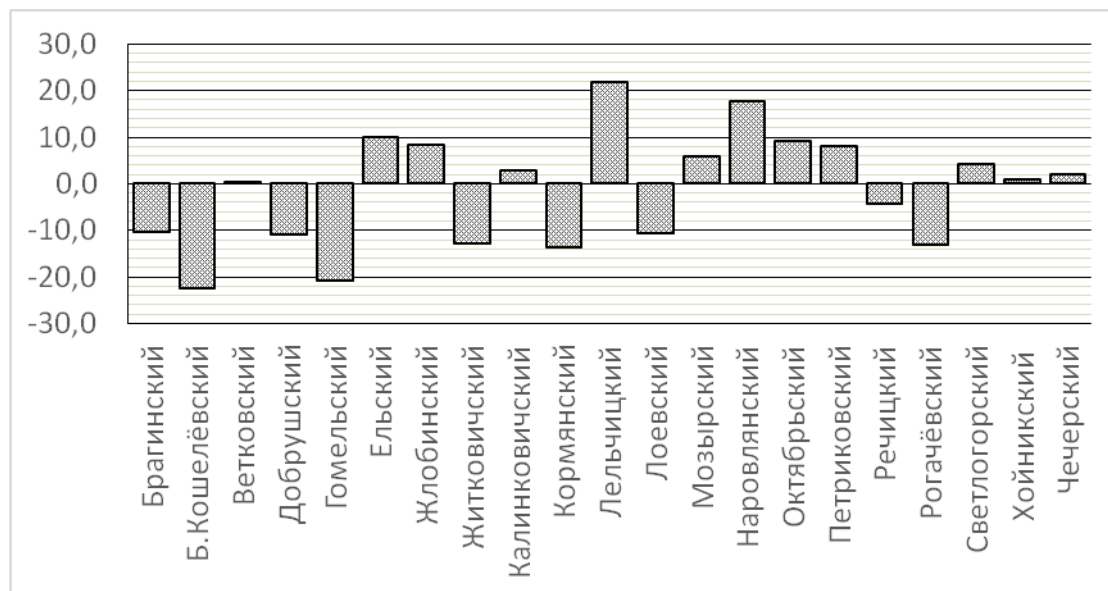


Рисунок 8 – Диаграмма «Отклонения лесистости районов Гомельской области от среднего по области показателя 46,4 % в 2019 году», %

Часто возникает необходимость выделить («подсветить») на столбчатой диаграмме какой-либо столбец или столбцы, отвечающие определённому критерию, например, столбец с самым большим (самым малым) значением, столбцы со значением выше (ниже) среднего или со значением больше (меньше) определённого, либо в определённом диапазоне, определённое количество столбцов с наибольшими (наименьшими) значениями и т. д. Такая разновидность диаграммы получила название **диаграмма с подсветкой**. Эта возможность реализуется путём создания дополнительного столбца и добавления его в диаграмму. Ячейки в этом столбце заполняются с помощью функции ЕСЛИ, в аргумент которой прописываются условия, которым должны соответствовать подсвеченные столбцы (рисунки 9,10).

Если необходимо подсветить столбцы со значениями выше среднего, то ячейки дополнительного столбца заполняют выражением =ЕСЛИ(В2>СРЗНАЧ(\$B\$2:\$B\$15);В2;НД()), если три столбца с наибольшими значениями, то необходимо заполнить ячейки выражением =ЕСЛИ(В2>НАИБОЛЬШИЙ(\$B\$2:\$B\$15;4);В2;НД()) и т. д.

		=ЕСЛИ(B2>НАИБОЛЬШИЙ(\$B\$2:\$B\$18;4);B2;НД())				
	A	B	C	D	E	F
1	Район	Выбросы	Подсветка			
2	г. Брест	2,6	#Н/Д			
3	Барановичский	4,1	#Н/Д			
4	Берёзовский	3,8	#Н/Д			
5	Брестский	2	#Н/Д			
6	Ганцевичский	1,3	#Н/Д			
7	Дрогичинский	1,4	#Н/Д			
8	Жабинковский	3,7	#Н/Д			
9	Ивановский	2,6	#Н/Д			
10	Ивацевичский	1,9	#Н/Д			
11	Каменецкий	4,9	4,9			
12	Кобринский	2,3	#Н/Д			
13	Лунинецкий	1,8	#Н/Д			
14	Ляховичский	2,8	#Н/Д			
15	Малоритский	1,5	#Н/Д			
16	Пинский	6,3	6,3			
17	Пружанский	4,6	4,6			
18	Столинский	3,4	#Н/Д			

Рисунок 9 – Подготовка данных для создания диаграммы с подсветкой

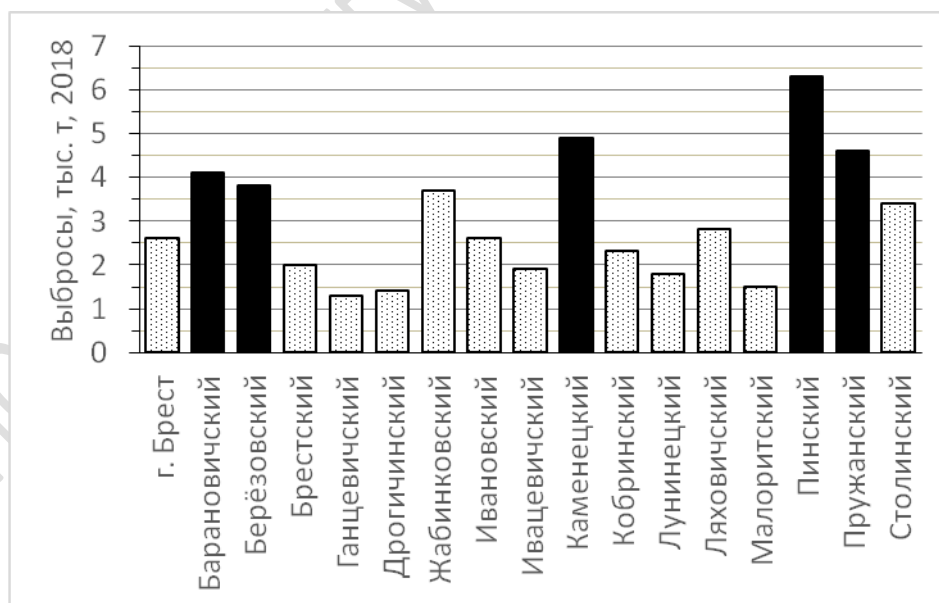


Рисунок 10 – Диаграмма «Выбросы в атмосферу от стационарных источников по районам Брестской области и г. Бресту»; подсвечены столбики, соответствующие районам с пятью наибольшими значениями выбросов

Легко изменяя параметр подсветки, можно «на ходу» менять подсвеченные столбики.

В ряде случаев показатели, отображаемые на столбиковой диаграмме, могут быть сгруппированы в несколько классов более высокого уровня иерархии. Если отобразить все эти показатели на одной стандартной диаграмме, то они сливаются в единый цельный массив, сильно затрудняя восприятие и сравнение этих классов. В этом случае для визуализации больше подходит *секционная диаграмма* (рисунок 11), а каждый класс показателей является для диаграммы разными рядами данных, и они отображаются, соответственно, разными цветами. Кроме того, получаются красивые сгруппированные двухуровневые подписи к оси показателей.

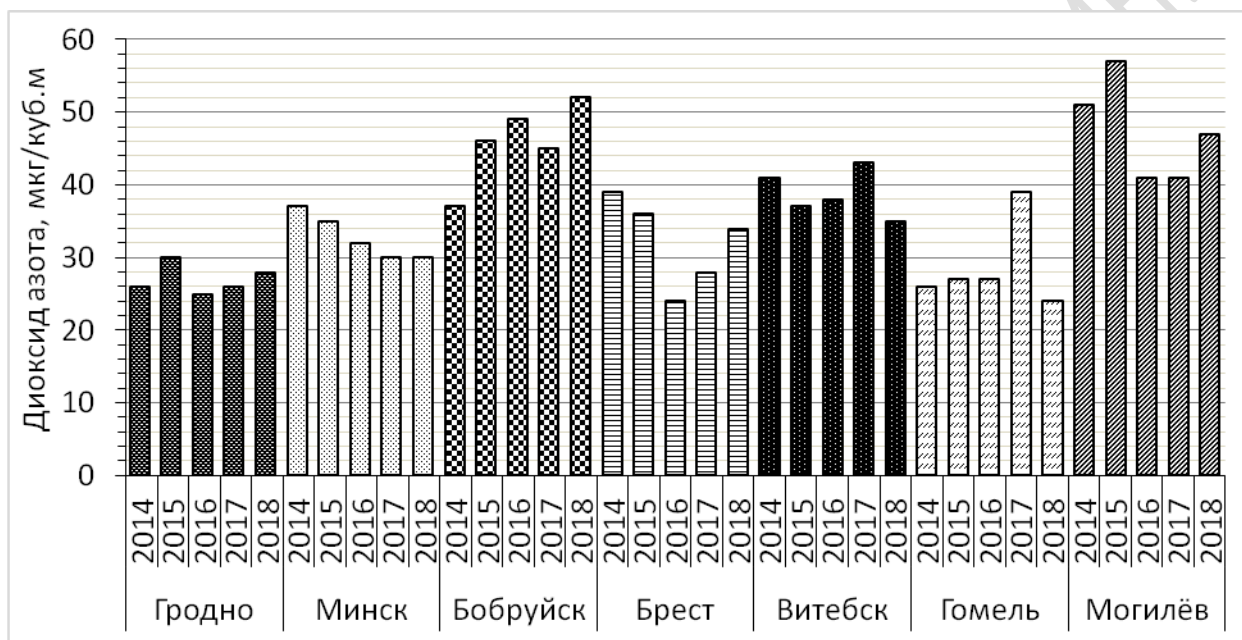
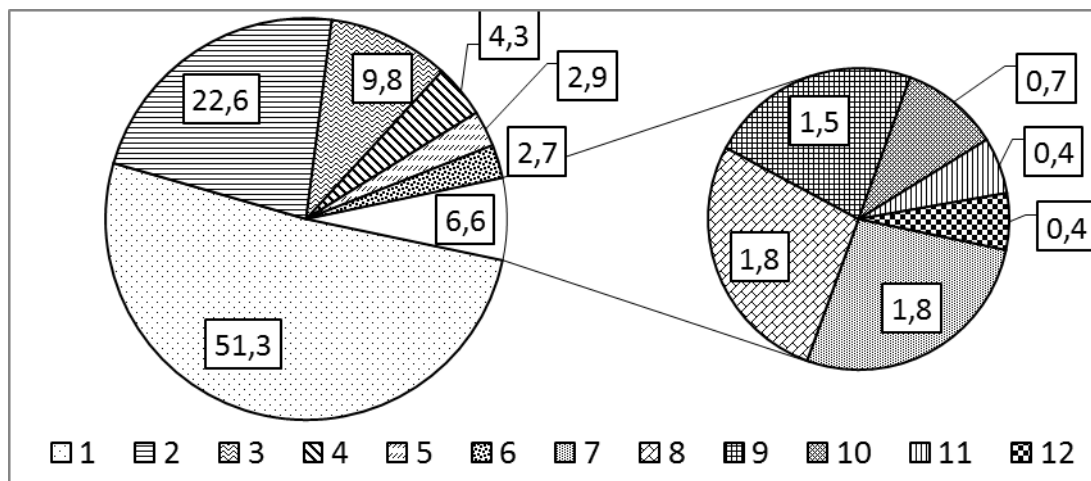


Рисунок 11 – Секционная диаграмма «Динамика среднегодовой концентрации диоксида азота по городам Беларуси в 2014–2018 годах»

Круговые диаграммы предназначены, главным образом, для показа соотношения числовых значений внутренней структуры явления (например, национальный состав населения, доля различных отраслей промышленности в ВВП, доли лесов разных типов и т. д.). Значения обычно относительные – круг равен 100 % и делится на сектора, пропорционально значению отображаемого ими показателя. Отсчёт секторов ведётся от направления вверх по часовой стрелке, они откладываются в порядке уменьшения их значений. Угловой размер сектора рассчитывается по формуле $\alpha = (x \cdot 360) / 100$, где x – числовое значение величины, отображаемой данным сектором в процентах.



1 – лесные, 2 – пахотные, 3 – луговые, 4 – под болотами, 5 – под древесно-кустарниковой растительностью, 6 – неиспользуемые, 7 – под водными объектами, 8 – под дорогами и иными транспортными коммуникациями, 9 – под застройкой, 10 – общего пользования, 11 – используемых под постоянными культурами, 12 – общего пользования и иные

Рисунок 12 – Соотношение категорий земель Гомельской области, %



Рисунок 13 – Структура земельных угодий Беларуси в 2011 (внутренний круг) и в 2019 году (внешний круг)

Элементом данного типа диаграммы может являться дополнительная диаграмма, предназначенная для более подробного анализа нескольких показателей, занимающих весьма малую площадь и плохо выражающихся

в масштабе основной диаграммы. Какие показатели включать в дополнительную диаграмму определяет пользователь. Дополнительная диаграмма может быть круговой (как на рисунке 12), либо линейчатой, представляющей собой столбик диаграммы с накоплением.

Кольцевые диаграммы аналогичны, но представлены не в виде круга, а в виде кольца. «Вложив» два или более колец одно в другое (рисунок 13), можно провести сравнение значений этих диаграмм.

Диаграммы в виде правильных геометрических фигур отражают значение какой-либо величины не своими размерами, как столбиковая диаграмма, а своей площадью. Это позволяет их использовать для сравнения таких величин, которые слишком различаются, что затрудняет использование столбиковых или полосовых диаграмм. Такими фигурами могут быть квадрат, круг, равносторонний или равнобедренный треугольник. Фигуры могут располагаться рядом на одной оси (рисунок 14) или быть вложенными одна в одну (рисунок 15). Чтобы площади фигур соотносились друг с другом как значения отражаемых ими величин, необходимо вычислить: для квадратов – длины сторон квадратов, для кругов – радиусы кругов, для равносторонних треугольников – длины сторон (так как площади этих фигур зависят только от одной величины). Все эти величины можно рассчитать по одной формуле

формуле $n \cdot \frac{\sqrt{x_k}}{\sqrt{x_1}}$, где n – длина стороны (радиуса) первой (самой маленькой) фигуры, выбираемая индивидуально в зависимости от степени различия сравниваемых показателей), x_1 – значение первого показателя (которому соответствует первая, самая маленькая фигура), x_k – значение последующего показателя.

Площадь равнобедренного треугольника зависит от двух величин – высоты и основания. Поэтому при использовании равнобедренных треугольников для составления диаграмм в виде правильных геометрических фигурных должно быть либо одинаковое основание (тогда высоты вычислять по вышеприведённой формуле), либо одинаковая высота (тогда основания вычислять по вышеприведённой формуле). Третий вариант – по вышеприведённой формуле вычислять произведение высоты на основание, а потом подобрать такое их соотношение, которое бы при их перемножении давало полученный с помощью формулы результат.

Диаграммы в виде правильных геометрических фигур можно совместить с диаграммами других видов. Например, круги разного размера можно разбить на сектора, как в круговой диаграмме, и отразить не только разницу в величине показателя какого-либо явления, но и различия в его внутренней структуре.

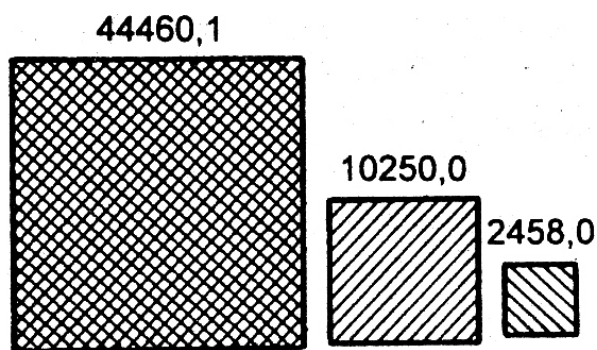


Рисунок 14 – Диаграмма в виде правильных геометрических фигур

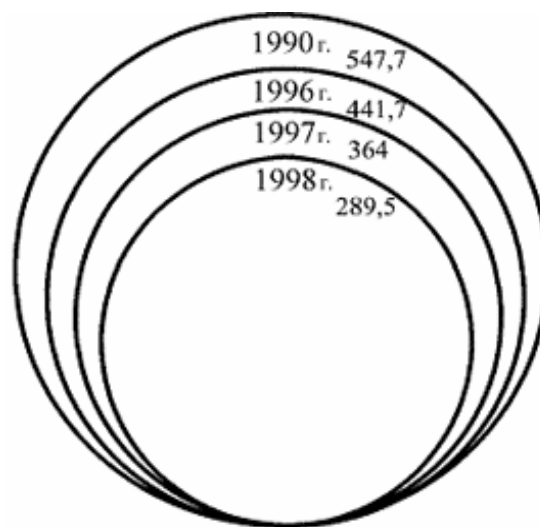
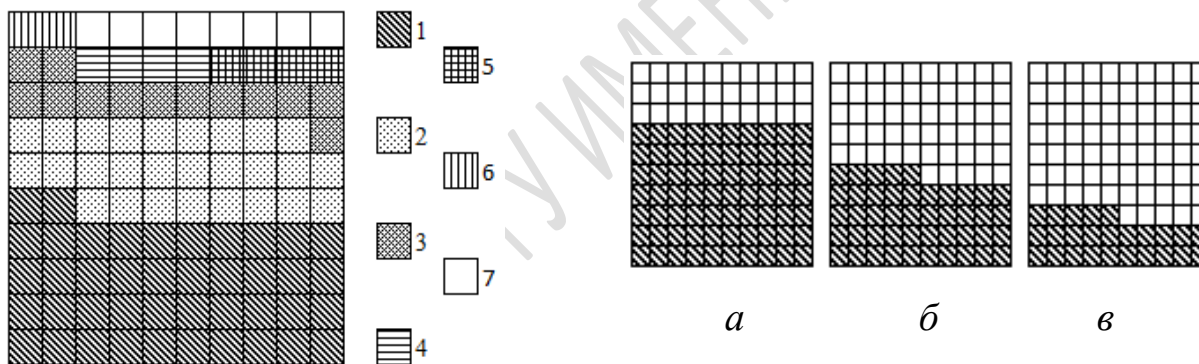


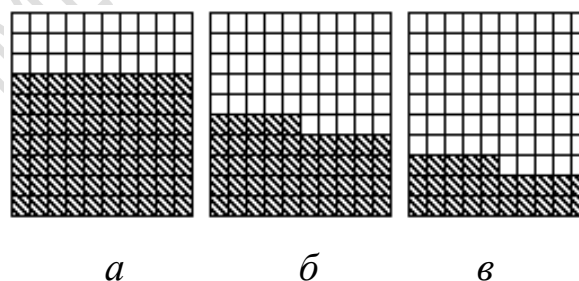
Рисунок 15 – Пример диаграммы в виде вложенных кругов

Аналогично, квадраты разного размера можно совместить с вафельной диаграммой.



1 – леса; 2 – пашни; 3 – луга;
4 – болота; 5 – водные объекты;
6 – земли, покрытые
древесно-кустарниковой
растительностью;
7 – прочие земли

Рисунок 16 – Структура земельного фонда Беларуси



а – Лельчицкий,
б – Речицкий,
в – Буда-Кошелёвский

Рисунок 17 – Сравнение лесистости трёх районов с помощью вафельных диаграмм

Вафельная диаграмма представляет собой квадрат, разделённый ещё на сто квадратов – по десять в каждом ряду и каждом столбце. Предназначена для отображения внутренней структуры явления в виде показателей, выраженных в процентах и в сумме составляющих 100 % (например,

на рисунке 16 с помощью вафельной диаграммы показаны относительные площади различных категорий земель Беларуси). Также может использоваться и для сравнения одного показателя, выраженного в процентах, для различных географических объектов (особенно, когда разница между ними велика для столбиковой диаграммы и недостаточна для логарифмической) (рисунок 17).

Диаграмма план-факт позволяет в удобной форме демонстрировать разницу между запланированными и реальными показателями, а также просто сравнивать два любых показателя, если целью исследования было именно показать разницу в их динамике. Разницу между показателями можно изобразить либо заливкой (рисунок 18), либо полосами повышения и понижения (рисунок 19), либо применив target-маркеры (рисунок 20).

Гистограмма с переменной шириной столбцов позволяет ввести вторую переменную, которая будет отображаться шириной столбцов (рисунок 21).

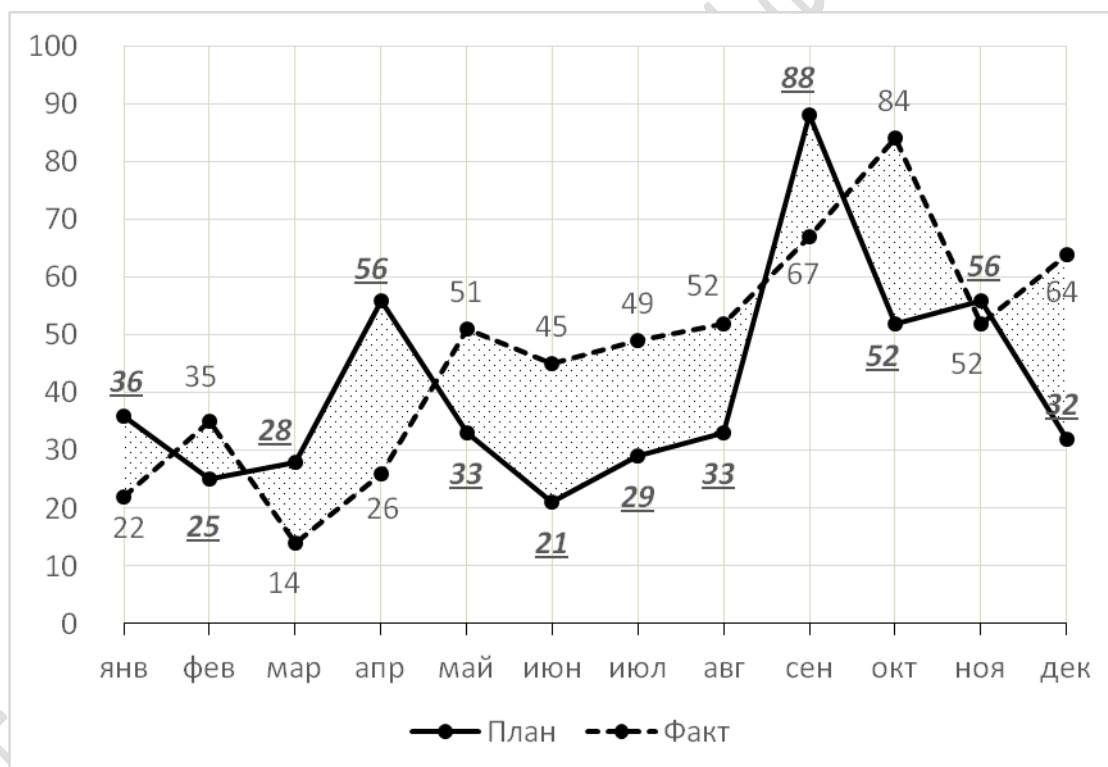


Рисунок 18 – Диаграмма «план-факт» с заливкой разницы

Пулевая диаграмма – разновидность столбчатой диаграммы. Обычно используется для сравнения какой-либо фактической величины с несколькими другими величинами – запланированными и ранжированными по категориям «плохо», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» и т. д. Так, на рисунке 22 столбцы, отображающие два явления (доля осо-

бо охраняемых природных территорий и лесистость) разделены каждый на три или четыре зоны, различающиеся штриховкой.

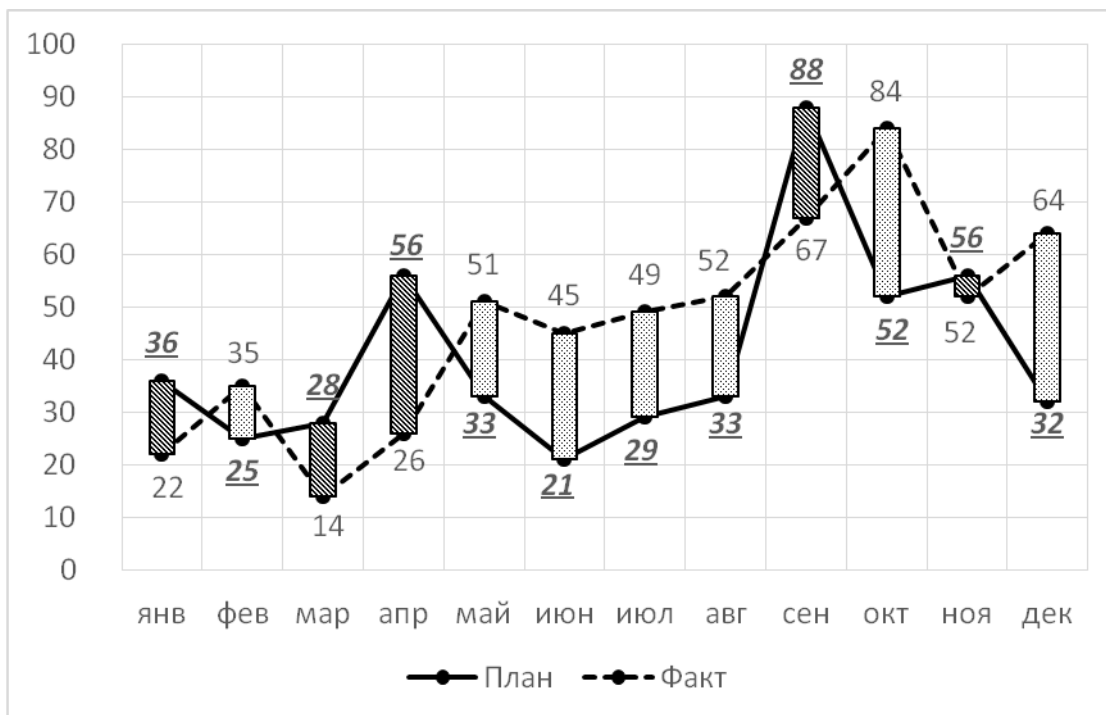


Рисунок 19 – Диаграмма «план-факт» с полосами повышения и понижения

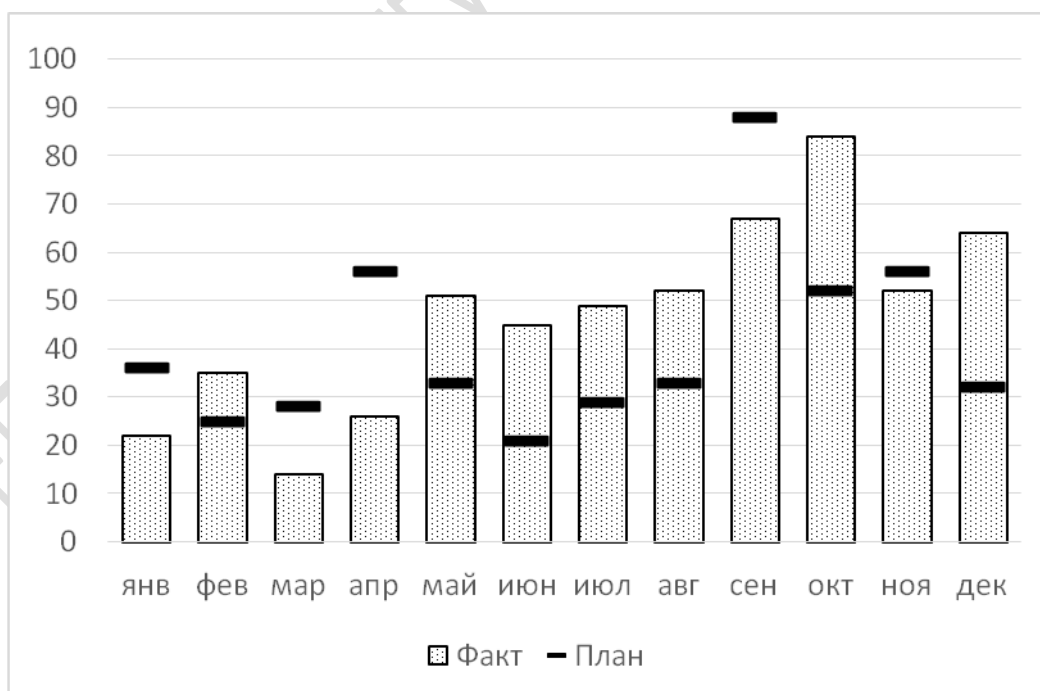


Рисунок 20 – Диаграмма «план-факт» с target-маркерами

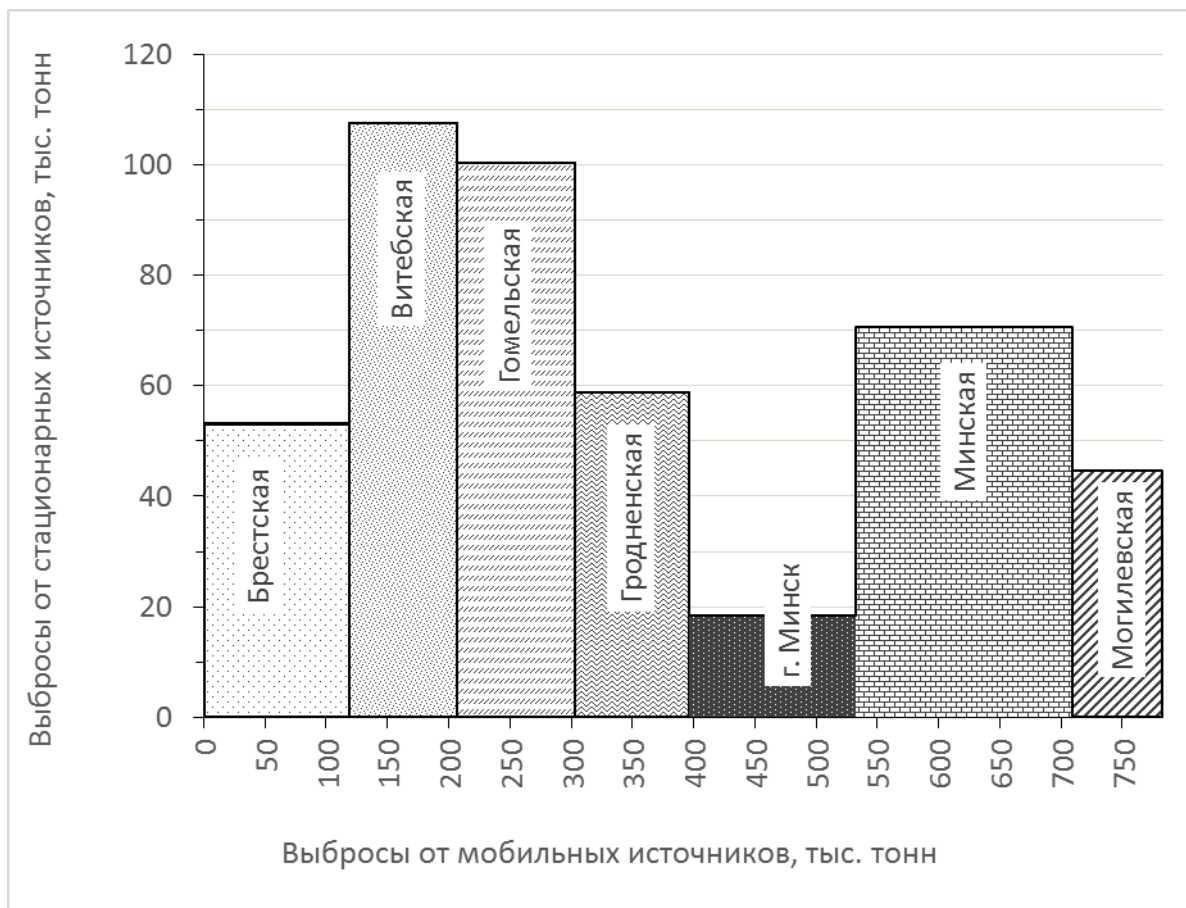
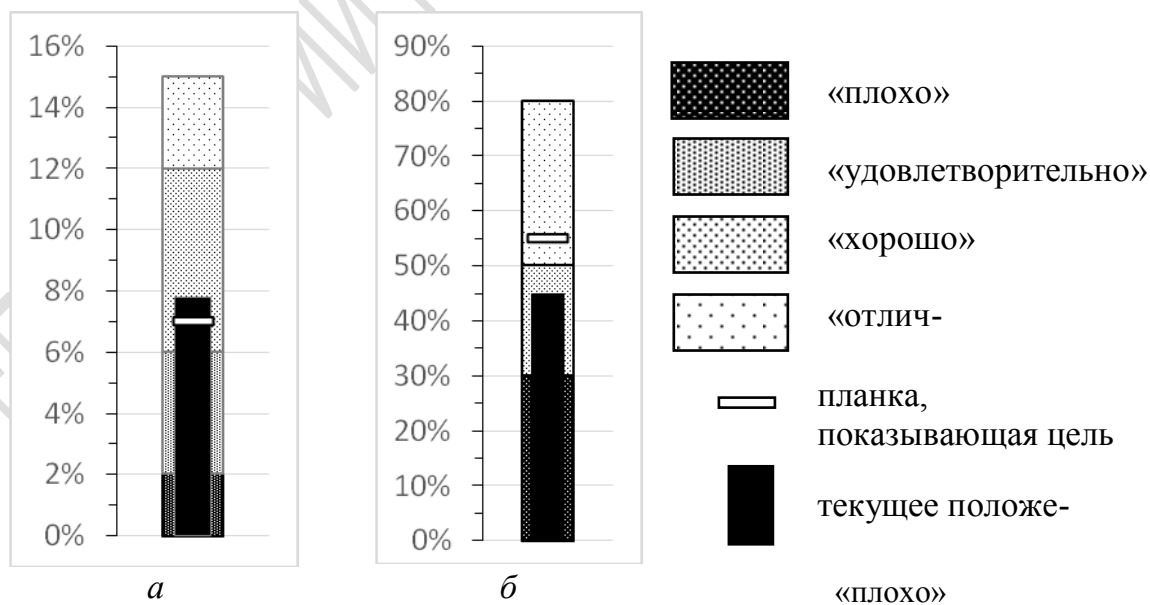


Рисунок 21 – Диаграмма с переменной шириной столбцов «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по регионам Беларуси в 2018 году»



a – доля особо охраняемых природных территорий,
б – лесистость территории

Рисунок 22 – Образцы пулевых диаграмм

Эти зоны показывают такие диапазоны величин, при которых какая-либо оцениваемая ситуация (например, экологическое состояние территории) оценивается как, соответственно, плохая, удовлетворительная, хорошая и отличная. Горизонтальной планкой показано значение, являющееся запланированной целью, которую необходимо достичь (этот элемент не обязателен), а узкий чёрный столбец – текущее значение каждого показателя, таким образом, позволяя качественно оценить ситуацию с данным показателем и степень соответствия плану.

Аналогичной по смыслу диаграммой является *диаграмма-спидометр* (рисунок 23), представляющая собой полукольцо, которое также разделено на три (или больше) качественные зоны, а стрелкой показано текущее значение количественного показателя и его положение относительно выделенных зон. При невозможности однозначного и чёткого выделения границ категорий можно модифицировать цветовое оформление таким образом, чтобы цвета плавно переходили один в другой.

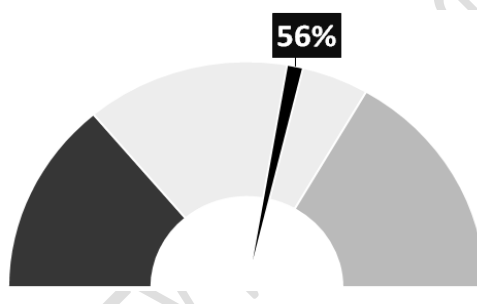


Рисунок 23 – Пример диаграммы-спидометра

Диаграмма рассеяния, точечная диаграмма – это диаграмма, отражающая значение двух переменных в виде точек в двумерном пространстве (рисунки 24, 25). На диаграмме каждому объекту (наблюдению, явлению и т. п.) соответствует точка, для которой известны два числовых значения её характеристик. Эти значения и будут являться координатами точек по осям X и Y соответственно. Такая диаграмма используется, когда необходимо показать связь (зависимость) между двумя переменными или отсутствие таковой. Так, на рисунке 24, отражающем связь между плотностью сельского населения и лесистостью административных районов, заметна зависимость между этими двумя показателями – с увеличением плотности населения значение лесистости неуклонно снижается. На рисунке 25 видно, что связи между плотностью сельского населения и общей площадью районов нет, и эти две характеристики не зависят друг от друга. На данных диаграммах можно также добавлять линию тренда для более отчётливого выражения степени связи показателей.

Пузырьковая диаграмма – разновидность точечной диаграммы, в которой точки данных заменены пузырьками, причем их размер (либо диаметр, либо площадь) служит дополнительным (третьим) измерением данных.

Так, например, на рисунке 26 размер пузырьков позволяет сравнить регионы по величине накопления отходов, причём в зависимости от разбежки значений отражаемого показателя можно выбрать, чему он будет пропорционален – площади пузырьков или их радиусу.

Точечная диаграмма со стрелками (диаграмма «было–стало») – это разновидность точечной диаграммы, в которой точками показаны значения признака в двумерном пространстве в различные моменты времени, при этом точки, соответствующие этим моментам, показаны разным цветом и соединяются стрелками (рисунок 27).



Рисунок 24 – Точечная диаграмма, показывающая наличие связи между плотностью сельского населения и лесистостью районов Беларуси

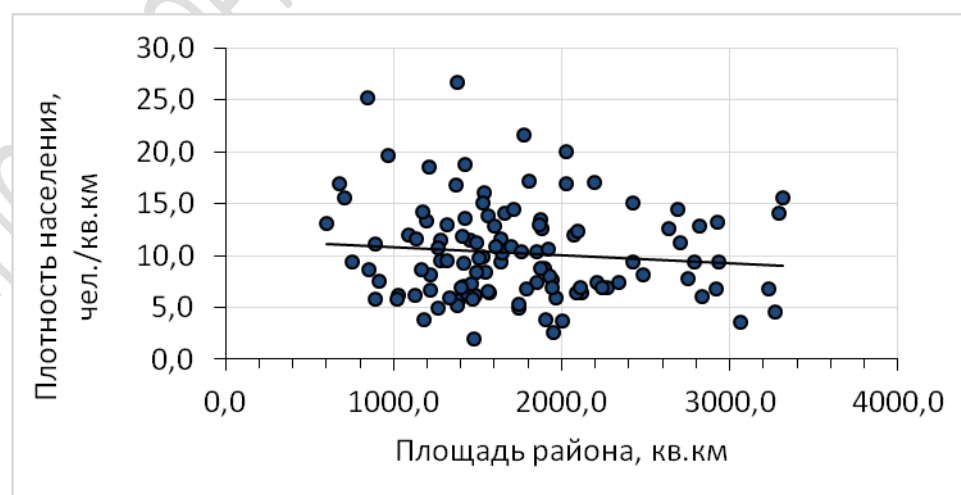


Рисунок 25 – Точечная диаграмма, показывающая отсутствие связи между плотностью сельского населения и площадью районов Беларуси

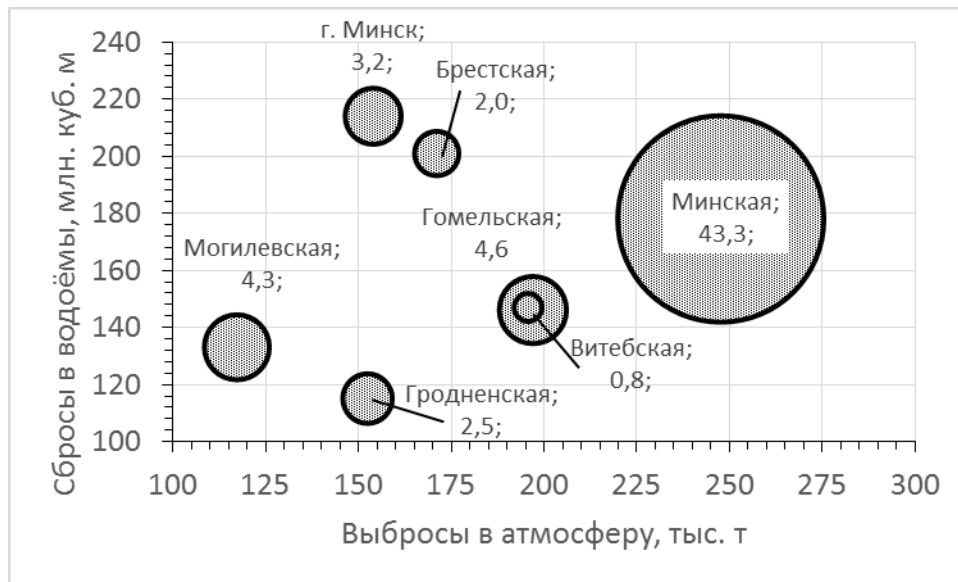


Рисунок 26 – Пузырьковая диаграмма, на которой показаны объёмы выбросов (по оси абсцисс), объёмы сбросов (по оси ординат) и образование отходов, млн. т (размер пузырька, подписаны) по регионам Беларуси в 2018 году

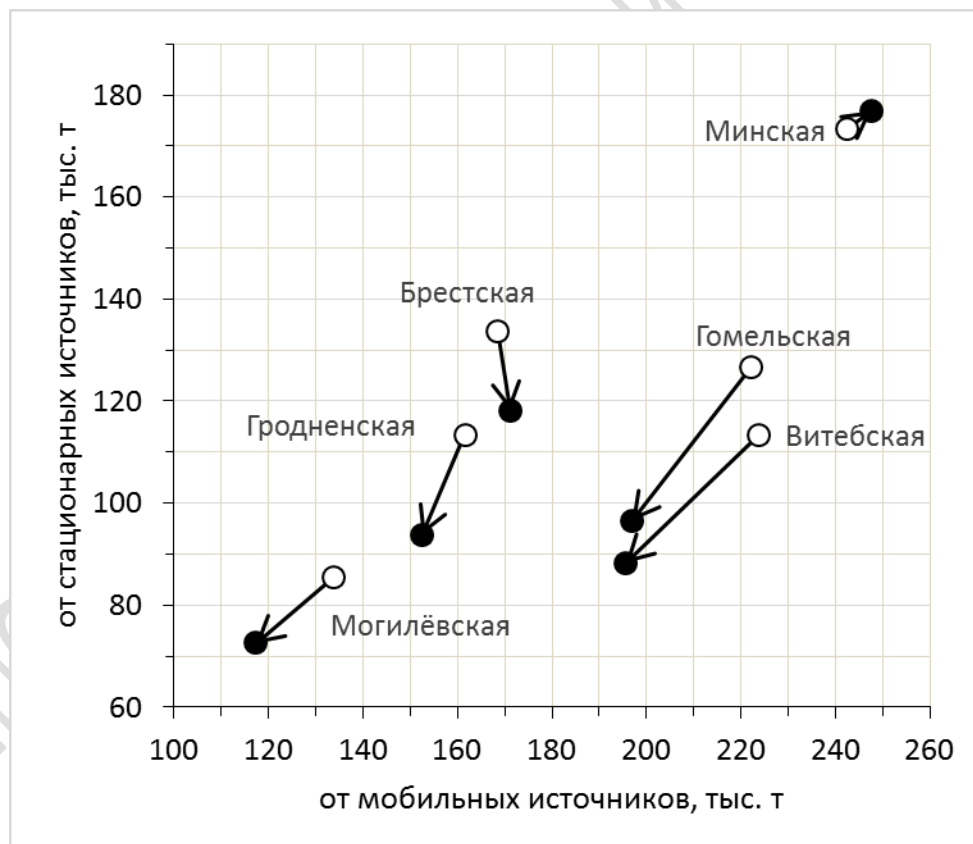


Рисунок 27 – Точечная диаграмма со стрелками «Изменение выбросов загрязняющих веществ по областям Беларуси с 2012 по 2018 годы»

Каскадная диаграмма отклонений (диаграмма «водопад», диаграмма «мост») используется для визуализации изменений за одинаковые периоды. По сути, такая диаграмма представляет собой один из вари-

антов обычной гистограммы, наглядно отображающий динамику любого процесса. Особенность диаграммы-водопада в том, что на ней отображаются не собственно значения какого-либо параметра, а только его изменения (увеличение или уменьшения). Причем положительные изменения (рост) – одним цветом, а отрицательные – другим. Особенности данного вида диаграммы можно легко понять, анализируя рисунок 28, иллюстрирующий динамику площади погибших лесных насаждений Гродненской области. Началом отсчёта является 2006 год, когда погибло 738 га. Для последующих лет показаны только полосы увеличения (окрашены белым цветом) и полосы уменьшения (чёрным). Так, в 2007 году погибло на 57 га больше, чем в 2006, а в 2008 – на 451 меньше, чем в 2007 и т. д. Таким образом, из графика можно увидеть как величину роста (снижения) показателя, так и его абсолютное значение (по верхней планке полосы увеличения или нижней планке полосы уменьшения).

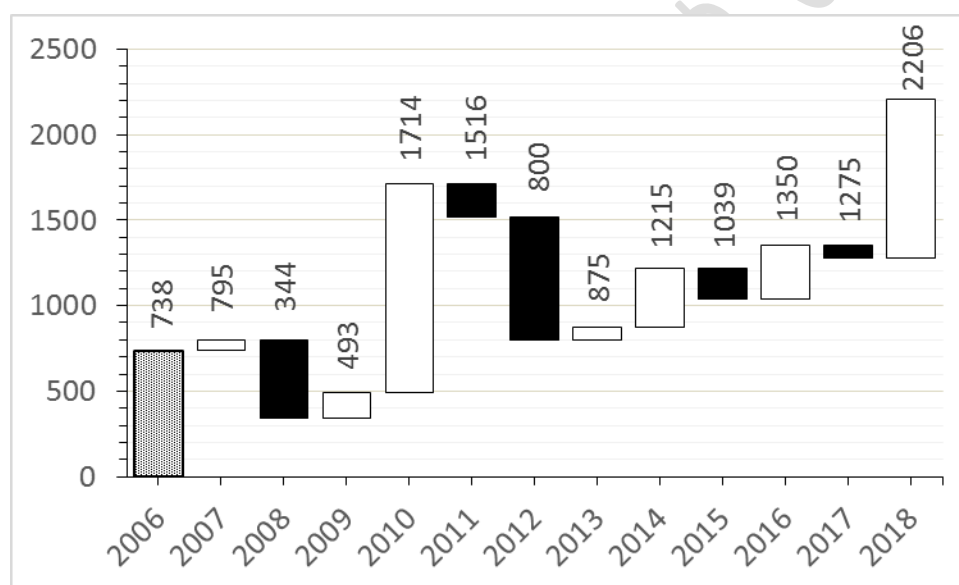


Рисунок 28 – Изменение площади погибших лесных насаждений Гродненской области в 2006–2018 годах, га; подписаны абсолютные значения

Коробчатая диаграмма, «ящик с усами» – тип диаграмм, который позволяет графически отобразить и сравнить не только среднее значение, но и некоторые статистические показатели, характеризующие степень разброса значений – медиану (это такое число, что ровно половина значений совокупности больше него, а другая половина меньше него, то есть число, отделяющее 50 % данных), нижний и верхний квартили (соответственно, числа, которые отделяют 25 и 75 % значений), максимальное и минимальное значение и интерквартильный размах (разность между верхним и нижним квартилем). Использование только лишь среднего значения не позволяет составить представления о том, насколько широко

разбросаны данные – группируются ли они вокруг среднего или принимают значения в широком диапазоне. Использование коробчатой диаграммы позволяет получить намного больше информации о характере распределения величин. Своё второе название «ящик с усами» диаграммы получили за то, что центральная их часть напоминает ящик, от которого расходятся «усы», показывающие минимальные и максимальные значения.

На рисунке 29 показан пример такой диаграммы. Точка показывает среднее значение показателя (лесистости районов области), горизонтальная черта посередине «ящика» – медианное значение, верхняя и нижняя границы ящика соответственно – верхний и нижний квартили, «усы» – максимальные и минимальные значения. Вертикальный размер «ящика» отражает интерквартильный размах.

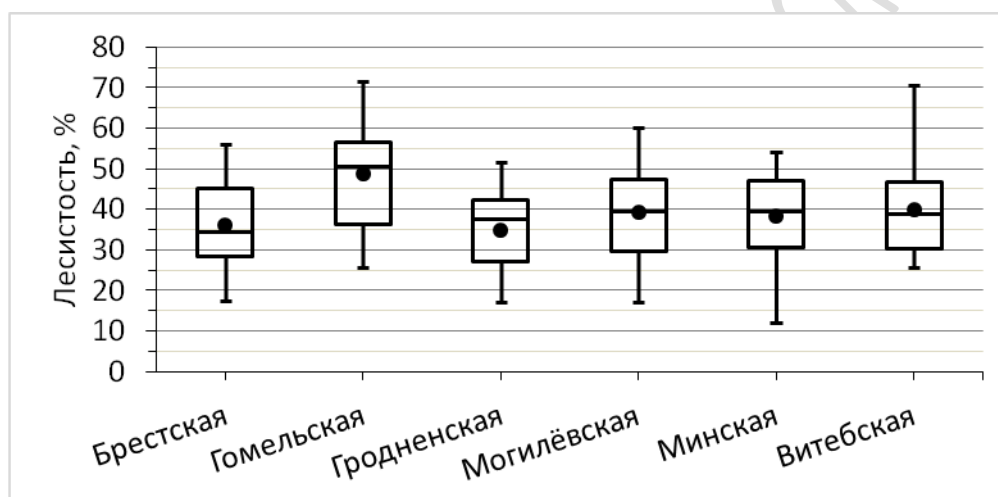
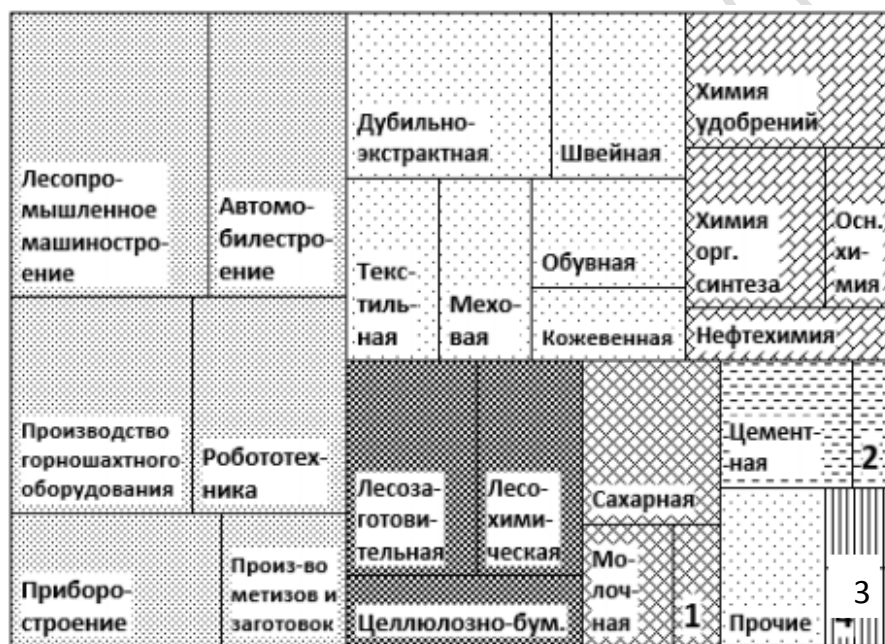


Рисунок 29 – Коробчатая диаграмма «Показатели лесистости административных районов Беларуси по областям»

Диаграмма такого типа может использоваться и для показа и сравнения некоторых других групп характеристик, отвечающих следующим условиям: 1) должны измеряться в одних единицах; 2) порядок возрастания или убывания значений показателей должен быть одинаковым для всех объектов. Таким условиям соответствуют, например, некоторые климатические характеристики, например, средней линией «ящика» можно показать среднемесячную температуру, границами «ящика» – среднюю максимальную и среднюю минимальную температуру, длиной «усов» – абсолютные максимум и минимум и т. д.

Иерархическая диаграмма (treemapping) – относительно новый способ визуализации иерархических данных при помощи вложенных прямоугольников, меняющих соотношение сторон в зависимости от исходной информации. Главное преимущество treemapping – это эффективное ис-

пользование пространства при его построении. В результате за счет древовидной структуры с помощью диаграммы treemapping можно легко визуализировать и сгруппировать большое количество данных. Так, например, на рисунке 30 довольно компактно показан большой объем информации, позволяющий определить и соотнести вклад в ВВП различных отраслей промышленности и степень значимости элементов их внутренней структуры. Общая площадь диаграммы составляет 100 % вклада промышленности в ВВП. Вложенными прямоугольниками различной площади (которая соответствует доли в ВВП) показаны два иерархических уровня отраслей промышленности и вклада каждого из них. Легко можно сравнить доли отраслей первого уровня, удельный вес в них отраслей второго уровня, несколько отраслей второго уровня, относящихся к различным вышележащим уровням и т. д.



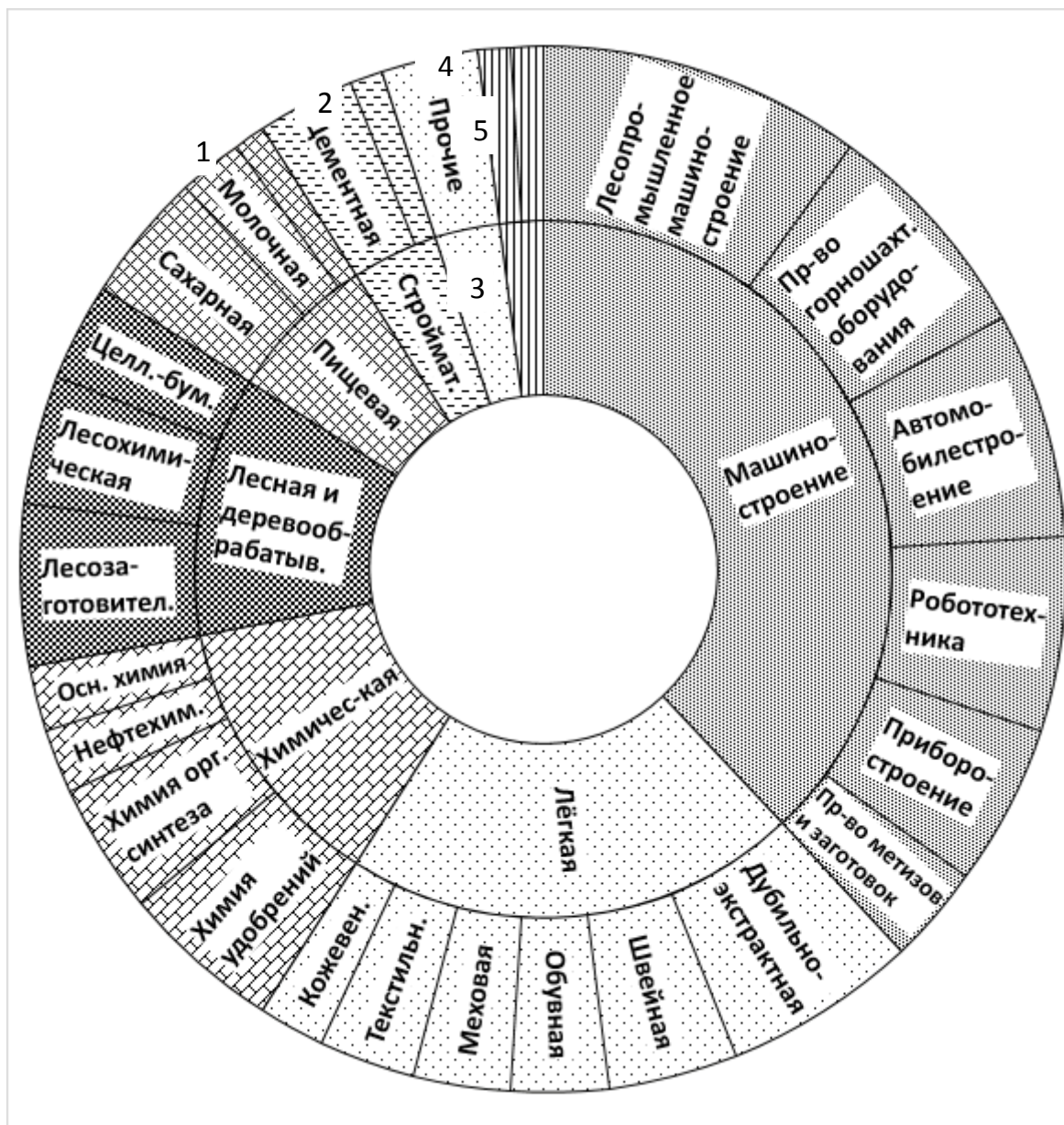
- ▣ Машиностроение
- ▣ Лёгкая
- ▣ Пром-сть стройматериалов
- ▣ Микробиологическая
- ▣ Химическая
- ▣ Лесная и деревообр.
- ▣ Пищевая
- ▣ Прочие

1 – мясная, 2 – кирпичная, 3 – кормовых белковых веществ, 4 – гидролизная

Рисунок 30 – Иерархическая диаграмма «Структура промышленности»

Добавив в диаграмму цвет, можно проводить сравнение сразу по трём иерархическим уровням какого-либо географического явления.

Также иерархическую диаграмму можно представлять в виде вложенных друг в друга кругов, отражающих каждый иерархический уровень, поделенных на сегменты (рисунок 31).

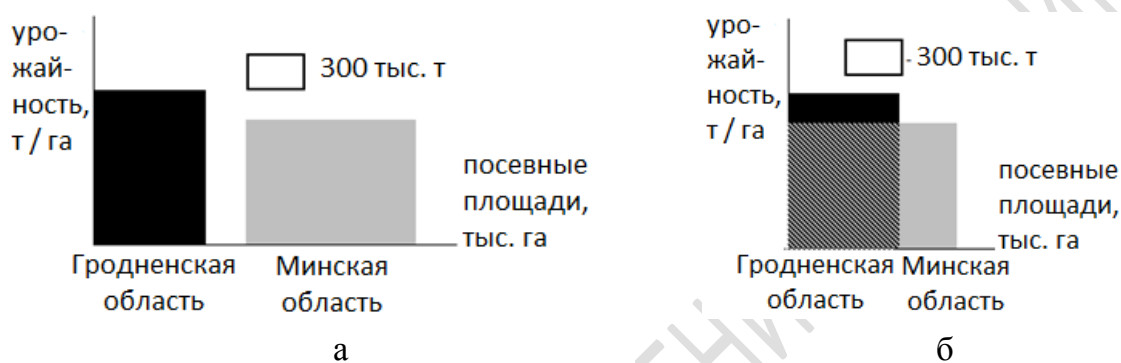


1 – мясная, 2 – кирпичная, 3 – микробиологическая,
4 – кормовых белковых веществ, 5 – гидролизная

Рисунок 31 – Иерархическая диаграмма, выполненная в виде вложенных кругов

Знак Варзара – используется для сравнения трёх показателей, причём значение третьего показателя вычисляется как произведение первых двух. Представляет собой прямоугольник, основание которого пропорционально величине одного из показателей-сомножителей, высота – пропорциональна величине второго показателя-сомножителя, площадь – произведению показателей.

При сравнении показателей, которые принадлежат к разным статистическим единицам – объектам или территориям, прямоугольники располагаются на горизонтальной базовой линии, или рядом друг с другом, или один на одном так, чтобы совмещались их нижние левые углы. Например, на рисунке 32 знаки Варзара использованы для отображения некоторых показателей выращивания зерновых и зернобобовых культур хозяйств всех категорий Гродненской и Минской области – посевные площади (для Гродненской области – 360,0 тыс. га, для Минской области – 560,0 тыс. га), урожайность (соответственно, 4,7 и 3,8 т/га), валовый сбор (соответственно 1 707,5 и 2 141,2 тыс. т.).



а) знаки размещены рядом на оси,

б) знаки совмещаются по нижнему левому углу

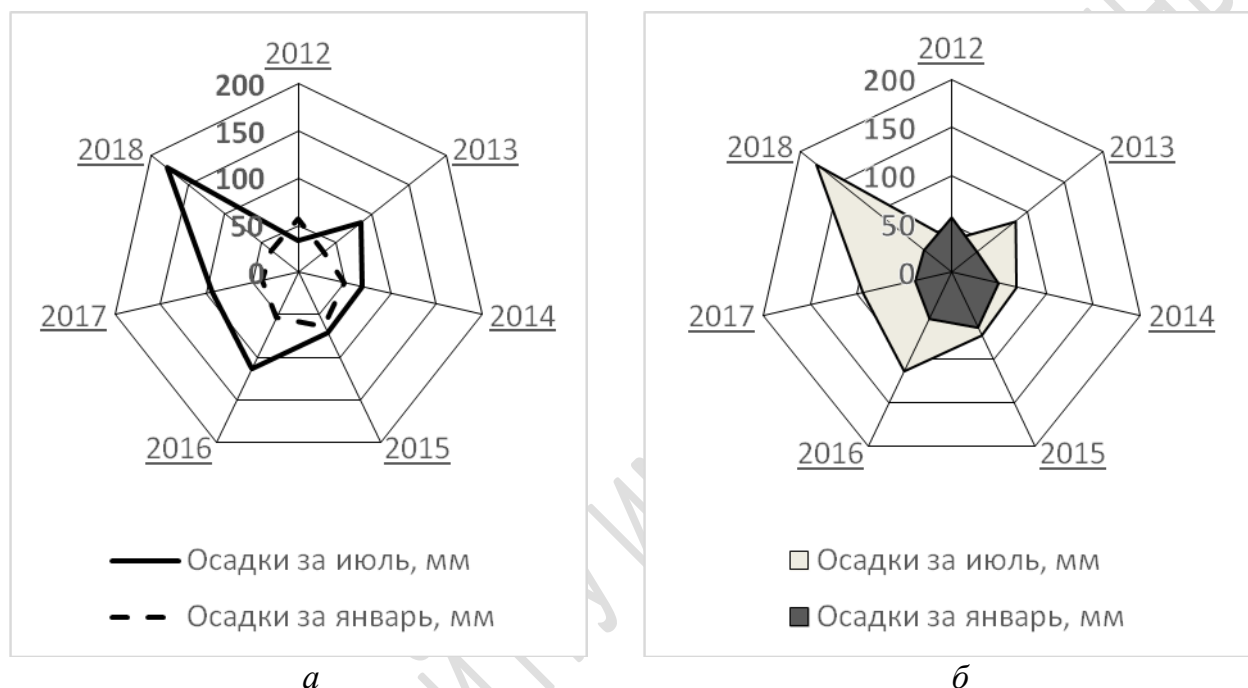
Рисунок 32 – Использование знаков Варзара для сравнения посевных площадей (основание прямоугольника), урожайности (высота прямоугольника), валового сбора (площадь прямоугольника)

Радиальная диаграмма – строится в полярной системе координат. Предназначена она для отражения двух основных явлений и процессов: 1) значений, интенсивности которых различаются по направлениям в пространстве (как, например, самая известная в географии полярная диаграмма – роза ветров); 2) периодически повторяющихся во времени. От центральной точки (полюса) рисуется несколько лучей на одинаковом угловом расстоянии друг от друга. Длина лучей соответствует максимальному из всех сравниваемых показателей. Количество лучей зависит от количества сравнений: для розы ветров – 8 (С, СЗ, З, ЮЗ, Ю, ЮВ, В, СВ), для показателей, измеряемых ежемесячно – 12 и т. д. Луч, направленный вверх или вправо, используют в качестве оси и наносят на неё значения показателей через выбранный интервал.

Далее на каждом луче отмечают точкой значение показателя и соединяют точки линией (рисунок 33).

Радиальная диаграмма может быть замкнутой и спиральной. В первом случае (например, при сравнении ежемесячных показателей) значение для декабря соединяется линией со значением для января того же года, во вто-

ром случае – следующего года, что дает возможность изобразить весь ряд динамики в виде одной кривой. Особенно наглядна такая диаграмма тогда, когда наряду с сезонным ритмом наблюдается неуклонный рост уровней ряда. Для разных лет можно использовать разный тип линий, можно закрашивать внутренние области, ограниченные кривой и т. д. Также радиальные диаграммы можно использовать при наличии большого числа показателей и большого количества сравниваемых объектов, так как форма радиальной диаграммы визуально воспринимается и сравнивается в этом случае лучше, чем столбиковая диаграмма.



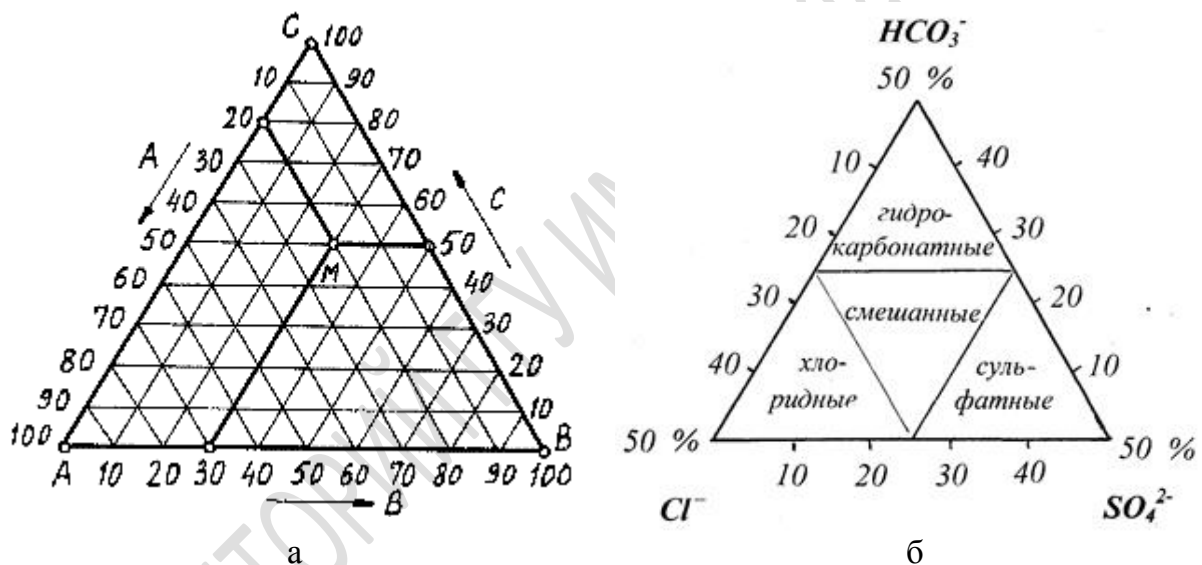
а – с незакрашенными внутренними областями,
 б – с закрашенными внутренними областями

Рисунок 33 – Типы радиальной диаграммы «Осадки в январе и июле в Могилёвской области в 2012–2018 годах»

Треугольная диаграмма – представляет собой равносторонний треугольник, стороны которого являются осями для трёх величин, выражающихся в процентах и в сумме составляющих 100 %. Внутри треугольника строится координатная сетка, соответствующая линиям, проводимым параллельно сторонам треугольника (рисунок 34а). В поле треугольника располагаются точки с различными соотношениями отражаемых показателей.

На рисунке 34а показан принцип размещения точек: точка М имеет значения по фактору А – 20 %, по фактору В – 30 % и по фактору С – 50 %. От соответствующих осей А, В и С проводятся линии так, как показано на рисунке, и в точке пересечения этих линий отмечается точка М.

Расположение значений от 0 до 100 на осях может быть как по часовой, так и против часовой стрелки. Использование треугольной диаграммы со множеством отмеченных в её поле точек (соответствующих каким-либо географическим объектам) позволяет провести их сравнение по соотношению трёх характеризующих их величин. Чем точки ближе расположены, тем более будут сходны объекты. Также можно выделить группы сходных по локализации точек и провести таким образом классификацию объектов. Можно разделить всё поле диаграммы на отдельные участки, и классифицировать точки (и соответствующие точкам объекты) в зависимости от того, в какой участок поля диаграммы они попали. Например, на рисунке 34б поле диаграммы разделено на участки, каждый из которых соответствует тому или иному типу подземных вод. В зависимости от соотношения гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов точки, соответствующие образцам, попадают в один из участков, и воды относятся к соответствующему классу.



а) положение точки М в треугольной системе координат и её координаты по трём осям, б) разделение поля диаграммы на качественно различные участки

Рисунок 34 – Примеры треугольной диаграммы

На рисунке 35 показаны результаты построения треугольной диаграммы по содержанию в образцах почвы глин, алевритов и песков, на диаграмме выделены три зоны, отражающие качественные отличия попавших в них образцов по гранулометрическому составу.

Методические основы перевода прямоугольных координат в треугольные и построения треугольных диаграмм в MS Excel описаны в работе [9]. Перевод прямоугольных координат точки $(x; y)$ с тремя характеристиками a, b, c , в сумме составляющими 100 %, в треугольные осуществляется по формулам $y = b, x = a + b / 2$.

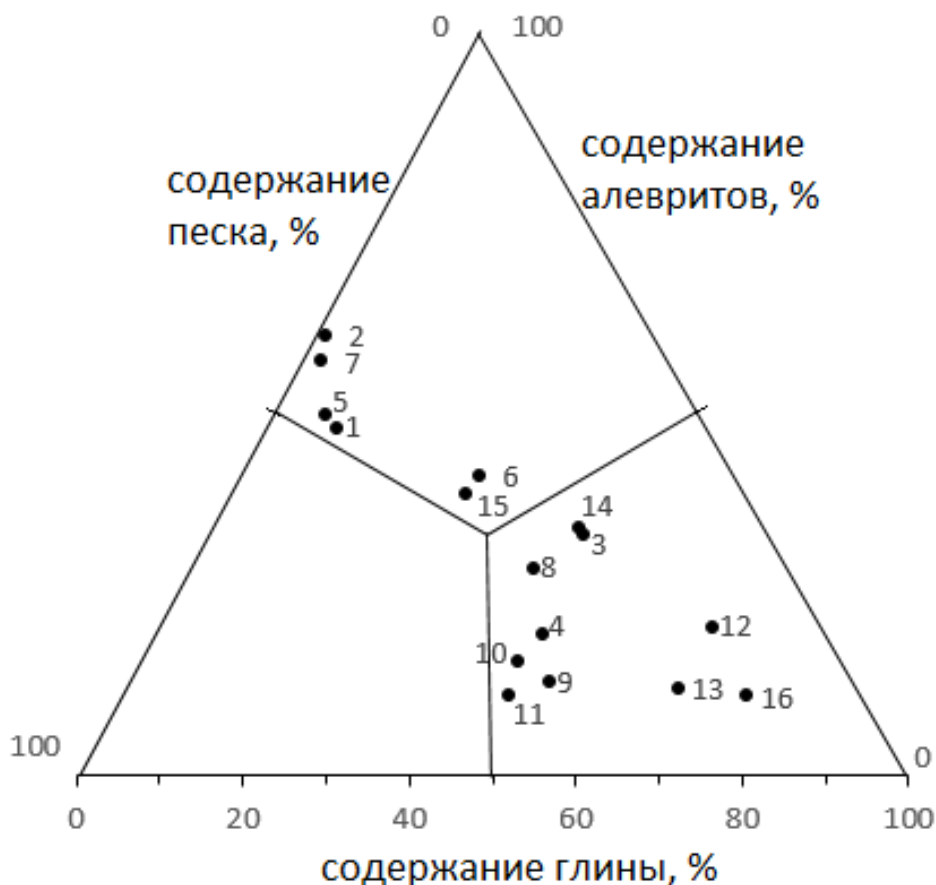


Рисунок 35 – Пример построения треугольной диаграммы по данным о содержании в пробах почв песков, глин и алевритов

Диаграмма Гантта – это полосовая гистограмма, состоящая из полос, ориентированных вдоль оси времени. Такие диаграммы применяются для календарного планирования каких-либо работ (проектов), состоящих из ряда этапов. Каждая полоса на диаграмме представляет отдельную задачу в составе проекта (вид работы), её концы – моменты начала и завершения работы, её протяженность – длительность работы. Вертикальной осью диаграммы служит перечень задач. Кроме того, на диаграмме могут быть отмечены совокупные задачи, проценты завершения, указатели последовательности и зависимости работ, метки ключевых моментов (вехи), метка текущего момента времени «Сегодня» и др. Современные средства создания таких графиков обладают весьма широкими возможностями для визуализации подробного плана работ с этапами и подэтапами, возможностью отображать отставание от плана или его опережение, выполнение ключевых моментов, сдвиги оставшейся части плана на определённые отрезки времени и т. д.

Простейшие диаграммы Гантта можно создавать и в MS Excel. Например, на рисунке 36 показан образец диаграммы Гантта, отражающий план работ по написанию магистерской диссертации.



Рисунок 36 – Пример диаграммы Гантта

Диаграммы Ганта с более широким набором возможностей можно создавать и с использованием специализированных средств, в том числе онлайн, например, на сайтах ganttpro.com, ru.smartsheet.com, onlyoffice.com/ru/collaboration-platform.aspx, comindware.com/ru/project-management-software/project-management-gantt-chart.

Практическая работа 1

Основы составления и редактирования диаграмм в программе MICROSOFT Excel

1. Составить столбиковую диаграмму по таблице «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников по областям, городам и районам» (здесь и далее кроме специально оговоренных случаев данные брать из статистического сборника «Охрана окружающей среды в Республике Беларусь» последнего года издания, который, как и все другие статистические справочники и бюллетени, упоминающиеся в практических работах, доступен по адресу: <http://belstat.gov.by>) по вариантам: 1 – районы Брестской области и г. Брест; 2 – районы Гродненской области и г. Гродно; 3 – районы Минской области; 4 – районы Могилёвской области и г. Могилёв.

2. Составить логарифмическую столбиковую диаграмму по данным таблицы 1, добавив к ней вторую вертикальную ось с натуральными величинами.

Таблица 1 – Данные для построения логарифмической диаграммы

Категория	Значение	Категория	Значение	Категория	Значение
1	25 600	4	685 295	7	5 226 987
2	185	5	8 5876 453	8	398 584
3	62 524	6	10 582	9	27 458 962

Для построения на оси логарифмической шкалы вместо натуральной следует выделить данную ось и в разделе форматирования **Формат оси** выбрать подраздел **Параметры оси / Параметры оси** и поставить галочку около пункта **Логарифмическая шкала**, указав рядом в ячейке **Базовая** основание логарифма.

Для добавления дополнительно оси с натуральными показателями необходимо изначально построить диаграмму по двум рядам: первый – значения показателя, которые необходимо отобразить на диаграмме, второй – последовательность целых чисел, максимальное из которых должно соответствовать значению логарифма наибольшего показателя. Затем необходимо выделить второй ряд на диаграмме, выбрать команду **Изменить макет диаграммы** и для этого ряда выбрать тип диаграммы **Линия**, поставив галочку в пункте **Вспомогательная ось**. Затем сделать линию (диаграмму для второго ряда) невидимой (команда **Нет линий** в разделе **Параметры ряда / Граница и заливка**).

3. Составить две ленточные диаграммы с накоплением – по относительным и по абсолютным значениям. Для построения взять следующие данные по вариантам: 1 – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от мобильных источников по областям и г. Минску для последних 7 лет; 2 – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников по областям и г. Минску для последних 7 лет; 3 – выбросы оксида углерода в атмосферный воздух от мобильных источников по областям и г. Минску для последних 7 лет; 4 – выбросы диоксида серы в атмосферный воздух от мобильных источников по областям и г. Минску для последних 7 лет; 5 – выбросы диоксида азота в атмосферный воздух от мобильных источников по областям и г. Минску для последних 7 лет.

4. Построить секционные диаграммы по следующим данным по вариантам: 1 – использование воды по областям и г. Минску (всего) для последних 5 лет; 2 – использование воды по областям и г. Минску на хозяйственно-питьевые нужды, включая лечебные, для последних 5 лет; 3 – использование воды по областям и г. Минску на нужды сельского хозяйства (кроме рыбоводства), для последних 5 лет; 4 – использование во-

ды по областям и г. Минску на нужды рыбоводства, для последних 5 лет; 5 – использование воды по областям и г. Минску на нужды промышленности и иные нужды, для последних 5 лет.

При этом в легенде высшим иерархическим уровнем должен являться регион, более низким – год.

Информация о методике создания секционных диаграмм доступна по адресу: <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/3620>.

5. Построить две столбиковые диаграммы с подсветкой: а) трёх столбиков с наибольшими показателями; б) всех столбиков с показателями выше соответствующего среднеобластного значения по вариантам: 1 – лесистость районов Брестской области; 2 – лесистость районов Гомельской области; 3 – лесистость районов Гродненской области; 4 – лесистость районов Витебской области; 5 – лесистость районов Могилёвской области.

Информация о методике создания столбиковых диаграмм с подсветкой столбиков, соответствующих заданным условиям, доступна по адресу: <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/3869>.

Все диаграммы должны иметь необходимые элементы оформления, такие как на соответствующих рисунках в теме 1.

Практическая работа 2

Визуализация результатов анализа данных в программе MICROSOFT Excel

1. Составить диаграмму, отражающую промежутки – диапазоны между минимальными и максимальными значениями выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от мобильных источников по областям и г. Минску за последние 7 лет по вариантам: 1 – всего; 2 – оксида углерода, 3 – диоксида азота; 4 – диоксида серы; 5 – углеводородов.

Для создания такой диаграммы необходимо построить диаграмму с накоплением (по абсолютным значениям) по двум рядам – для нижней границы интервалов и для их верхней границы, а затем сделать невидимым ряд, соответствующий нижней границе интервалов.

2. Составить диаграмму отклонений значений доли пашни в районах области от среднеобластного показателя (данные взять в Реестре земельных ресурсов последнего года: gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/) по вариантам: 1 – Брестская область; 2 – Гомельская область; 3 – Минская область; 4 – Витебская область; 5 – Могилёвская область.

3. Создать две направленные диаграммы (по вариантам в п. 2):

а) диаграмму рождаемости и смертности на 1 000 человек населения по районам области с расположением столбиков на горизонтальной оси. Данные взять из статистического бюллетеня «Естественное движение населения по Республике Беларусь» за последний год;

б) демографическую (половозрастную) пирамиду с расположением столбиков на вертикальной оси. Пирамиду строить по однолетним возрастным группам по всему населению области, данные за последний год взять из статистического бюллетеня «Половозрастная структура населения Республики Беларусь на 1 января и среднегодовая численность населения за год». Инструкция по созданию такого рода диаграмм по ссылке: <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/235>.

4. Построить линейную диаграмму с линиями проекции точек на координатные оси по данным таблицы «Сброс воды по областям и г. Минску» за последние 7 лет. Создание линии проекции точек описано на сайте: <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/209>. Варианты аналогичны пункту 2.

5. Составить круговую диаграмму с дополнительной диаграммой «Структура землепользования области, %»; в дополнительную диаграмму включать категории земель, занимающих менее 2 % от площади области. Варианты: 1 – Витебская область; 2 – Гродненская область; 3 – Минская область; 4 – Брестская область; 5 – Могилёвская область. Чётные варианты дополнительную диаграмму выполняют в виде круговой диаграммы, нечётные – в виде столбиковой диаграммы с накоплением.

6. Создать диаграмму, состоящую из двух вложенных друг в друга кольцевых диаграмм «Изменение соотношения категорий земель области с 2011 по текущий год, %» по тем же вариантам, что и в пункте 5.

Информация о методике создания кольцевых диаграмм доступна по адресу: <http://baguzin.ru/wp/excel-krugovaya-diagramma-s-dvumya-naborami>.

Все диаграммы должны иметь необходимые элементы оформления, такие как на соответствующих рисунках в теме 1.

Практическая работа 3

Научная графика повышенной сложности в программе MICROSOFT Excel

1. Создать диаграмму «план–факт» по данным в таблице 2 трёх типов – с заливкой разницы, с полосами повышения и понижения (подробнее о методике: <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/213>) и с target-маркерами (подробнее: <https://finalytics.pro/inform/plfact2>).

Таблица 2 – Данные для создания диаграммы «план–факт»

Категория	План	Факт	Категория	План	Факт
1	14	8	5	19	18
2	32	24	6	26	31
3	25	27	7	14	19
4	16	22	8	18	16

2. Создать диаграмму с переменной шириной столбцов по данным таблицы «Сброс воды по областям и г. Минску», одна ось (Y) соответствует сбросу сточных вод в поверхностные водные объекты, вторая ось (X) – в подземные водные объекты. Варианты задания: 1 – последний год, представленный в сборнике; 2 – предпоследний год; 3 – двухлетней давности; 4 – трёхлетней давности; 5 – четырёхлетней давности. Методика создания гистограмм с переменной шириной столбцов доступна по ссылке: <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/239>.

3. Создать каскадную диаграмму отклонений (диаграмму «водопад») по данным о смертности женщин от самоубийств за последние 15 лет (количество случаев на 100 000 человек) по вариантам: 1 – Беларусь в целом; 2 – Брестская область; 3 – Могилёвская область; 4 – Витебская область; 5 – Гомельская область. Данные взять из сборника «Демографический ежегодник Республики Беларусь» за последний год. Методика создания такой диаграммы доступна на сайте по адресам:

- <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/163> или
- <https://excel2.ru/articles/diagramma-vodopad-v-ms-excel>.

4. Создать коробчатую диаграмму («ящик с усами») по данным о следующих характеристиках административных районов по областям Беларуси по вариантам: 1 – доля населения моложе трудоспособного возраста среди всего населения; 2 – доля населения моложе трудоспособного возраста среди городского населения; 3 – доля населения моложе трудоспособного возраста среди сельского населения; 4 – доля населения старше трудоспособного возраста среди городского населения; 5 – доля населения старше трудоспособного возраста среди сельского населения.

Данные взять из сборника «Демографический ежегодник Республики Беларусь» за последний год. Методика создания такой диаграммы доступна на сайте по адресу: <http://exceltip.ru/создание-диаграммы-ящик-с-усами-в-excel>.

5. Создать иерархическую диаграмму (только в MS Excel 2016 и более поздних версий) с двухуровневой иерархией категорий: более высокий уровень – области, более низкий – города. Визуализируемый показатель – городское население Беларуси по областям и городам. Методика создания

таких диаграмм доступна на видеоролике по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=omPeGsFInAg>.

Все диаграммы должны иметь необходимые элементы оформления, такие как на соответствующих рисунках в теме 1.

Практическая работа 4

Дополнительные возможности создания диаграмм в программе MICROSOFT Excel

1. Создать по три пулевые диаграммы и диаграммы-спидометры по данным в таблице 3.

Таблица 3 – Данные для создания пулевых диаграмм и диаграмм-спидометров

Градации	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3			Вариант 4		
	Популяция зубра, шт.	Доля лесов, %	Доля инвазивных видов, %	Выбросы, тыс. т	Сбросы, тыс. т	Парки и скверы, %	Чистые водоёмы %	Высадка леса, тыс. га	Концентрация NO ₂ , мкг/м ³	Переработка отходов, %	Сброс воды, млн. м ³	Концентрация CS ₂ , мкг/м ³
Плохо	10	20	20	68	25	5	20	25	0,095	25	8	0,045
Удовлетворительно	30	35	15	52	18	7	40	45	0,090	40	6	0,035
Хорошо	60	45	5	33	16	10	60	65	0,085	50	4	0,030
Отлично	90	55	0	20	10	12	80	105	0,035	60	2	0,020
Цель	95	50	3	24	8	10	70	95	0,085	65	3	0,030
Факт	110	42	8	42	12	13	85	76	0,092	30	5	0,027

Информация по созданию пулевой диаграммы: <http://exceltip.ru/создание-пулевой-диаграммы-bullet-graph>, по созданию диаграммы-спидометра: <https://tutorexcel.ru/diagrammy/diagramma-spidometr-v-excel>.

2. Создать точечную диаграмму, отображающую связь между коэффициентом рождаемости административных районов Беларуси (для всего населения и отдельно для сельского населения) и номинальной численности населения.

ной среднемесячной заработной платой работников в них, добавить линию тренда. Сделать вывод о зависимости одного показателя от другого. Данные взять из статистического сборника «Регионы Республики Беларусь» последнего года издания.

3. Создать пузырьковую диаграмму, отображающую социально-экономическое развитие регионов Беларуси (областей и г. Минска). Должны быть отражены три показателя: естественный прирост, номинальная начисленная среднемесячная заработная плата работников, валовый региональный продукт на душу населения. Сделать вывод о социально-экономическом положении регионов. Данные взять из сборника «Регионы Республики Беларусь» последнего года издания.

4. Создать точечную диаграмму со стрелками, отображающую изменение численности и изъятие (добычи) основных видов охотничьих животных за последние 6 лет. Данные взять из сборника «Охрана окружающей среды». В диаграмму включить информацию о семи любых видах. Подробнее о методике создания точечной диаграммы со стрелками: <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/6482>.

5. Создать радиальную диаграмму по таблице «Валовой сбор сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях» (в сборнике «Регионы Республики Беларусь»). Данные о сборе в натуральном выражении за самый ранний представленный в сборнике год (базовый год) принять за 100 %, данные по остальным годам выражать в процентах от сбора соответствующей культуры в базовом году. Культуры: зерновые и зернобобовые, картофель, овощи, льноволокно.

6. Создать треугольную диаграмму по данным таблицы 4.

Таблица 4 – Данные для создания треугольной диаграммы

№ точки	A	B	C	№ точки	A	B	C
1	22	74	4	13	35	20	45
2	12	68	20	14	58	27	15
3	39	49	12	15	23	42	35
4	46	16	38	16	26	12	62
5	10	48	42	17	68	30	2
6	28	44	28	18	4	63	33
7	53	40	7	19	6	70	24
8	8	61	31	20	59	5	36
9	70	20	10	21	42	46	12
10	40	58	2	22	68	8	24
11	23	60	17	23	47	18	35
12	22	33	45	24	37	21	42

7. Создать диаграмму Гантта по данным таблицы 5. Справочная информация по ссылке: <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/109>.

Таблица 5 – Данные для создания диаграммы Гантта

Этап	Начало, дата	Продолжительность, дней
Выбор темы исследования	15.09.2020	5
Изучение литературы по теме	21.09.2020	14
Сбор и систематизация данных	30.09.2020	21
Научная обработка данных	15.10.2020	15
Выступление на научном семинаре	25.10.2020	1
Подготовка научной статьи	8.11.2020	15
Отправление статьи в редакцию	1.12.2020	1

Все диаграммы должны иметь необходимые элементы оформления, такие как на соответствующих рисунках в теме 1.

ТЕМА 2. АНИМИРОВАННАЯ И КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ В ПРОГРАММЕ MICROSOFT EXCEL

Анимированные диаграммы за счёт наличия изменяющихся во времени элементов обладают большей наглядностью и дидактической ценностью, зачастую производят гораздо более сильное впечатление на аудиторию, чем стандартные статичные графики и диаграммы.

Статичная графика имеет ограниченный арсенал средств передачи информации: только с помощью цвета, формы, расположения и прозрачности. В некоторых случаях этого явно недостаточно. Для передачи более сложных гетерогенных информационных потоков требуется создавать множество статичных графиков, очень сложных для одновременного и взаимосвязанного восприятия. В этих случаях анимационное представление данных является единственной адекватной альтернативой.

В настоящее время количество программных продуктов, в том числе в онлайн-режиме, предназначенных для создания анимированной научной и учебной графики, позволяет создавать их людям с различной компьютерной подготовкой и для самого широкого круга задач. Рассмотрим возможности графической анимации на примере анимированной пузырьковой диаграммы в MS Excel. Здесь помимо трёх значений (координаты X, Y

и размер пузырька) появляется временная шкала, и по мере изменения во времени пузырьки меняют своё положение и размеры.

Анимированную диаграмму можно создать с помощью надстройки Power View, появляющейся в Excel, начиная с версии 2013. Для её подключения необходимо выбрать команду в **Файл / Параметры / Надстройки**, выбрать внизу окна в строке **Управление** выпадающем списке **Надстройки COM** и нажать кнопку **Перейти**. После этого в версии 2013 кнопка **Power View** появится на вкладке **Вставка**. В версии 2016 для этого необходимо дополнительно выбрать команду **Файл / Параметры / Настроить ленту**, в левом блоке появившегося окна **Настройка ленты** в строке **Выбрать команды** выбрать вариант **Все команды** и в окне ниже выбрать команду **Power View** с одноимённой кнопкой.

В правом блоке окна необходимо выбрать вкладку **Вставка**, создать в ней новую вкладку с помощью кнопки **Создать вкладку** внизу данного блока, назвать её произвольным образом, выделить эту созданную вкладку и добавить в неё из левого блока окна выделенную кнопку с помощью кнопки **Добавить**, расположенную в середине окна между левым и правым блоками.

Когда надстройка подключена, и кнопка **Power View** появилась на вкладке **Вставка**, можно приступить к созданию анимированной диаграммы. Данные для неё подготавливаются в виде, показанном на рисунке 37.

1	2	3	Валовый сбор, тыс. т		
			зерновых и зернобобовых	картофеля	овощей
3	Брестская область	2005	917,9	98,7	31,3
4	Брестская область	2006	731,3	112,2	44,6
5	Брестская область	2007	964,5	110,6	35,3
6	Брестская область	2008	1273,7	154	55,3
7	Брестская область	2009	1216,1	125,7	47,8
8	Брестская область	2010	1108,9	177,5	46,7
9	Брестская область	2011	1154,2	193,7	57,3
10	Брестская область	2012	1432,4	239,2	49,6
11	Брестская область	2013	1111,3	162,9	41,5
12	Брестская область	2014	1447,8	189,7	44

Рисунок 37 – Фрагмент таблицы данных для создания анимированной пузырьковой диаграммы «Валовый сбор сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях по областям Беларуси за 2005–2018 гг.»

Каждый год представляет собой отдельную строку с названием категории (в данном случае – области Беларуси) и значениями трех её показателей.

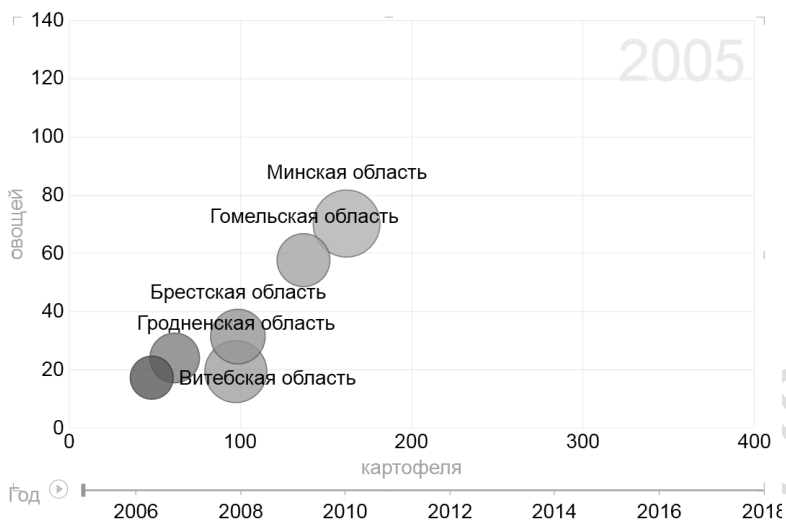


Рисунок 38 – Анимированная пузырьковая диаграмма, отображающая состояние показателей за 2005 год

Кнопка **Power View** добавляет новый лист в Книгу Excel, в которой строится анимированная диаграмма. Под традиционной прямоугольной системой координат находится ось воспроизведения. При её активации ползунок начинает двигаться по ней слева направо, а пузырьки на диаграмме – двигаться вдоль осей и менять размеры в зависимости от значений своих параметров в конкретные моменты времени. На рисунках 38–40 показано положение и размеры пузырьков в зависимости от положения ползунка на оси воспроизведения за 2005, 2012 и 2018 годы. Можно также выделить один пузырёк, соответствующий определённому объекту, и проследить лишь его траекторию, которая будет отображаться в поле диаграммы по мере движения пузырька.

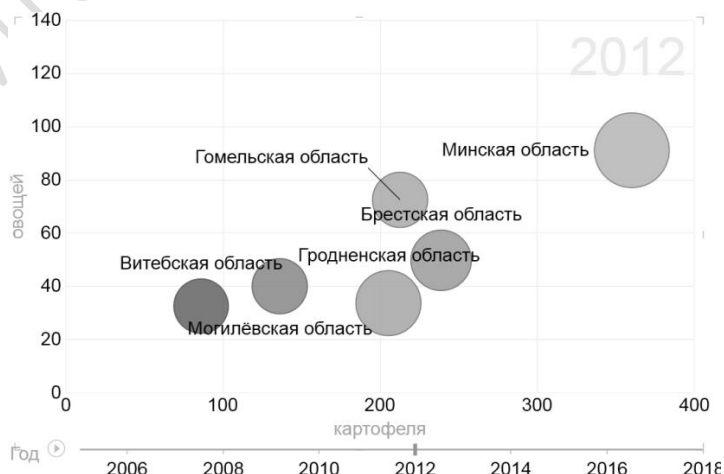


Рисунок 39 – Анимированная пузырьковая диаграмма, отображающая состояние показателей за 2012 год

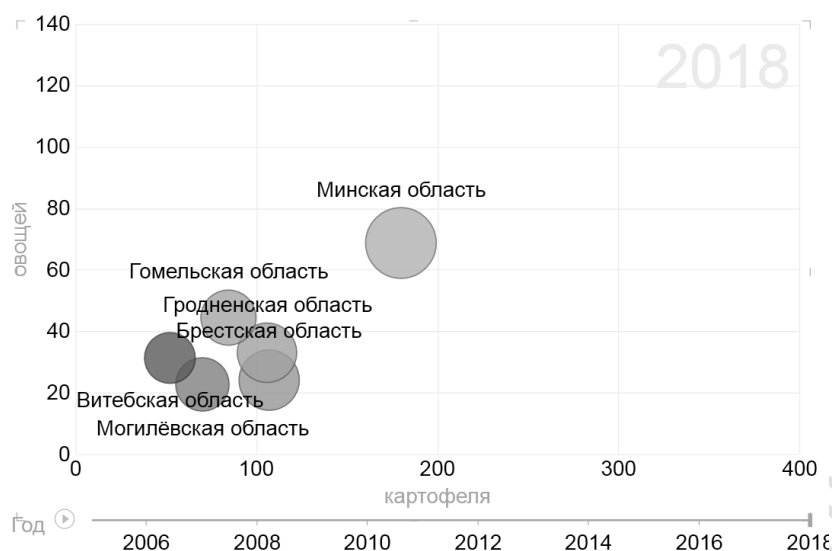


Рисунок 40 – Анимированная пузырьковая диаграмма, отображающая состояние показателей за 2018 год

При необходимости можно останавливать движение по оси воспроизведения или вручную задавать нужную точку на ней.

В новых версиях Excel реализованы некоторые возможности работы с картой и составления картограмм, картодиаграмм и локализованных диаграмм.

Составить простейшую картодиаграмму, где один показатель отображён размерами кружка, как в примере на рисунке 41, можно и примитивным способом – создать пузырьковую диаграмму, наложить её на заранее загруженную на лист Excel карту и вручную, меняя значения по оси абсцисс и ординат каждого объекта, «подогнать» пузырьки в нужные точки на карте. Затем отключить все элементы диаграммы, кроме самих пузырьков и, если необходимо, подписей к ним.



Рисунок 41 – Площадь земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, по федеральным округам России на 01.01.2018, млн. га

Больше возможностей даёт режим карты в отчётах Power View. Пример оформления таких карт показан на рисунках 42, 43.



Рисунок 42 – Пример оформления карты в отчёте Power View

Выбросы загрязняющих веществ по областям Беларуси за 2015-2018 годы

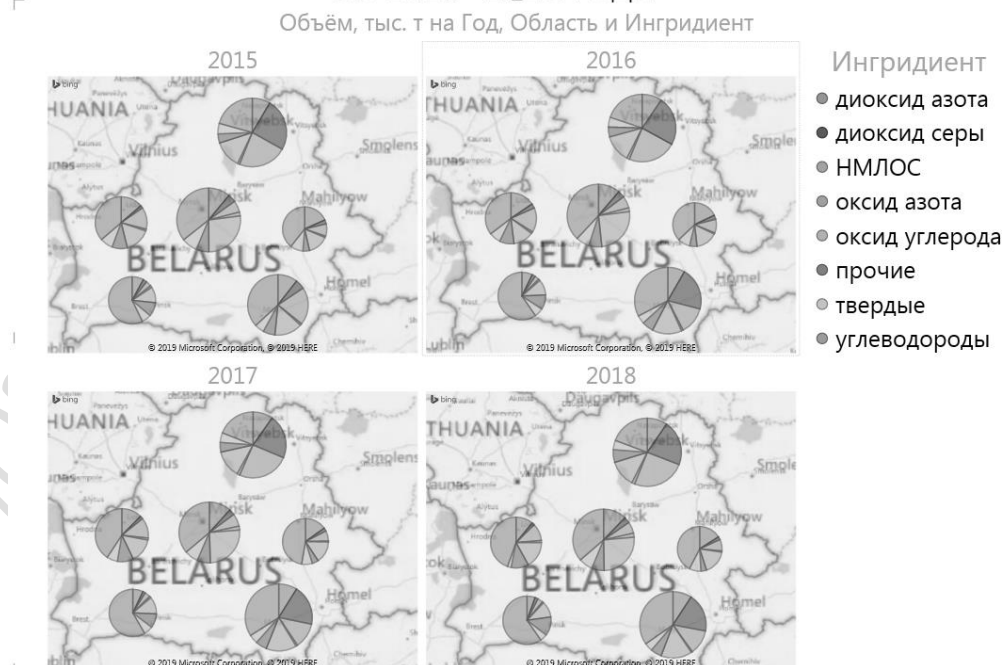


Рисунок 43 – Пример оформления карты в отчёте Power View

Может создаваться только круговая диаграмма по точкам или регионам. В качестве точек могут быть выбраны населённые пункты (если программа сможет их опознать в качестве таковых) либо значения географиче-

ческих координат. В точках или в пределах регионов строятся диаграммы по заданным пользователем характеристикам: указывается, от какого параметра зависят размер, разбиение кружков на сегменты, выбирается фон карты (спутниковый снимок или топографическая основа).

При большом объёме данных могут применяться фильтры, фрагментирования, когда создаются вкладки, соответствующие определённым группам данных, переключение между которыми позволяет визуализировать различную информацию. Также может применяться одновременная визуализация нескольких карт (как, например, на рисунке 43, где отдельно созданы карты для каждого года).

Ещё большими возможностями картографической визуализации информации отличается инструмент **3D-карта**. Он представляет собой виртуальный глобус, на котором можно, используя различные размеры охвата территории, создавать столбиковые гистограммы в трёхмерном виде с группировкой или накоплением, пузырьковые диаграммы, теплокарты и картограммы (рисунки 44–46). Меняя масштаб, угол обзора, размеры (высоту и толщину) и цвет столбиков, другие характеристики, применяя фильтры, можно добиться желаемого эффекта. Также здесь есть возможность создать ось воспроизведения (как на рисунке 44), благодаря которой, используя данные на различные моменты времени, можно создать анимированный ролик изменения картографируемых показателей во времени, в том числе с эффектом облёта карты. Этот ролик можно легко записать в формате mp4 и использовать отдельно или вставить в слайд презентации Power Point.

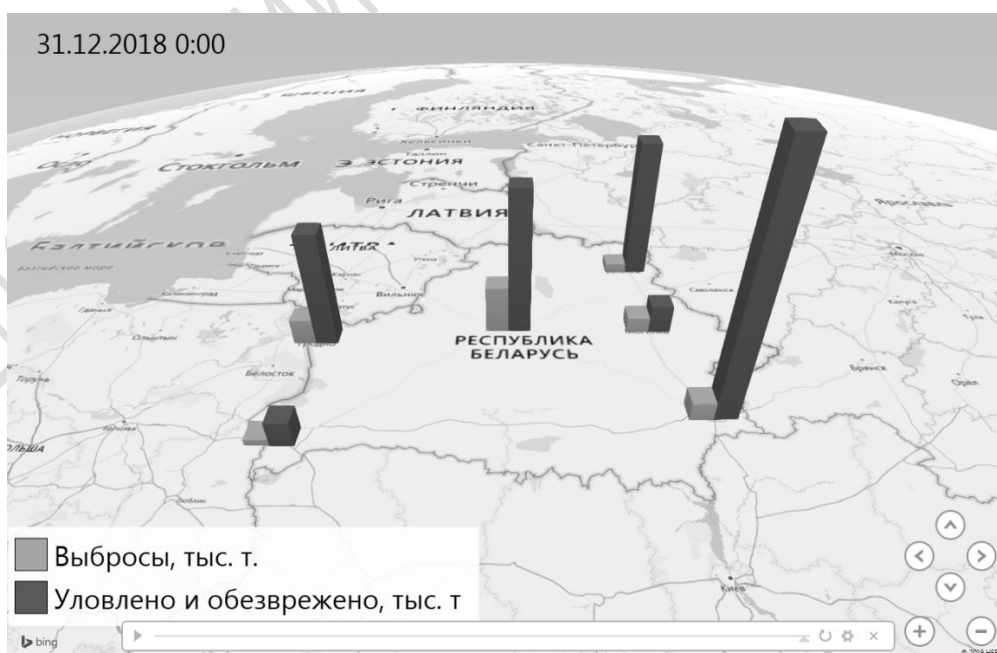


Рисунок 44 – Карта «Количество выбросов в атмосферу и уловленных и обезвреженных выбросов по городам – центрам областей Беларуси»



Рисунок 45 – Пример карты, созданной с помощью инструмента 3D-карта, отражающей способ картограмм валовый региональный продукт (ВРП) регионов России

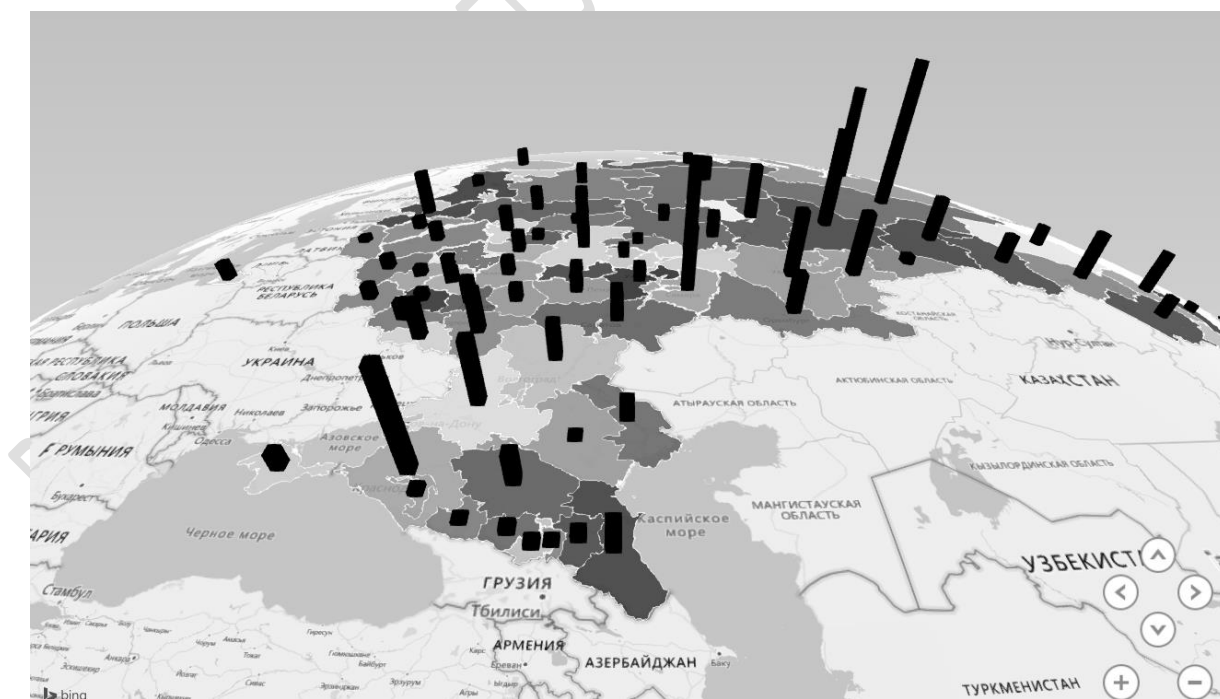


Рисунок 46 – Пример карты, созданной с помощью инструмента 3D-карта, совмещающей способ картограмм со способом картодиаграмм

Практическая работа 5

Основы составления и редактирования анимированных диаграмм и диаграмм на картографической основе в программе MICROSOFT Excel

1. Создать анимированную пузырьковую диаграмму «Промышленность Республики Беларусь с 2005 по текущий год». На ней отобразить три показателя:

- среднесписочную численность работников по областям и г. Минску;
- среднемесячную заработную плату (реальную заработную плату) работников по областям и г. Минску (в пересчёте на доллары США);
- объём промышленного производства по областям и г. Минску (в пересчёте на доллары США).

Для пересчёта белорусских рублей в доллары США воспользоваться таблицей 6, а после 2019 года – данные брать на сайте Национального банка РБ <https://www.nbrb.by/Statistics/rates/Graphic>.

Таблица 6 – Курс доллара США к белорусскому рублю по годам (на 20 августа)

Год	Курс доллара	Год	Курс доллара	Год	Курс доллара
2005	2 150	2010	5 070	2015	16 423
2006	2 142	2011	8 310	2016	1,9288
2007	2 147	2012	8 920	2017	1,9383
2008	2 111	2013	8 310	2018	2,0508
2009	2 833	2014	10 380	2019	2,0524

Более подробная информация о создании диаграммы данного вида доступна на сайте <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/1552>. Данные для диаграммы брать в статистических сборниках «Промышленность Республики Беларусь».

2. Построить картодиаграмму способом наложения пузырьковой диаграммы на заранее загруженную в Excel карту областей Беларуси по данным таблицы «Добыча (изъятие) воды из природных источников по областям и г. Минску» сборника «Охрана окружающей среды в Республике Беларусь». При этом данные для г. Минска включить в данные по Минской области. Значения координат пузырьков по оси абсцисс и ординат «подогнать» вручную к центрам соответствующих областей.

3. Создать в отчёте Power View карты с локализованными по областным центрам диаграммами, отображающими соотношение возрастных групп населения в этих городах: моложе трудоспособного, трудоспособного и старше трудоспособного возраста: а) карту с данными на послед-

ний год (основа – спутниковый снимок, подписи – под диаграммами);
б) 4 карты с данными за разные годы с шагом 2 года, начиная от текущего (основа – дорожная карта).

Данные взять в статистическом сборнике «Демографический ежегодник Республики Беларусь». Более подробная информация о методике создания таких изображений и их оформлении доступна на сайте <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/225>.

4. Создать с помощью инструмента 3D-карта карту, совмещающую в себе картограмму (по данным об удельном весе областей в объеме промышленного производства по виду экономической деятельности «Производство продуктов питания, напитков и табачных изделий») и столбчатую с группировкой картодиаграмму по годам с 2005 года по данным:

- мясо и субпродукты пищевые, тыс. т;
- колбасные изделия, тыс. т;
- рыба и морепродукты пищевые (включая рыбные консервы), тыс. т;
- масла растительные, тыс. т;
- производство цельномолочной продукции (в пересчете на молоко), тыс. т;
- производство сыров, тыс. т.

Создать шкалу воспроизведения для создания эффекта анимации, изменения показателей с 2005 года. Сохранить в виде видео в формате mp4. При создании карты данные по г. Минску включить в состав данных по Минской области.

Более подробная информация о создании диаграммы данного вида доступна на сайте <https://www.planetaexcel.ru/techniques/4/225>.

5. Создать с помощью инструмента 3D-карта карту городов России с численностью населения более 500 тысяч человек. Численность городов передавать высотой столбика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авербух, В. Л. К теории компьютерной визуализации / В. Л. Авербух // Вычислительные технологии. – 2005. – Т. 10. – № 4. – С. 21–51.
2. Фирер, А. В. Совершенствование процесса развития познавательных универсальных учебных действий учащихся средствами визуализации / А. В. Фирер. – Дискуссия. – № 10 (84). – 2017. – С. 104–110.
3. Витченко, О. В. Интерактивность как одно из основных требований к современным электронным образовательным ресурсам / О. В. Витченко // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 4. – С. 66–68.
4. Федосова, О. А. О значении визуализации учебной информации / О. А. Федосова, Е. Н. Соколова // Проблемы педагогики. – № 3 (35). – 2018. – С. 96–99.
5. Аранова, С. В. К вопросу о принципах визуального представления учебной информации / С. В. Аранова // Известия Российского гос. пед. ун-та им. А. И. Герцена. – № 185. – 2017. – С. 96–102.
6. Колмакова, Л. А. Совершенствование учебно-познавательной деятельности учащихся профессиональной образовательной организации на основе технологии визуализации учебной информации / Л. А. Колмакова // Образование и наука. – 2015. – № 6 (125). – С. 50–62.
7. Тонконогов, Б. А. Визуализация экологической информации / Б. А. Тонконогов, И. А. Гишкелюк, С. П. Кундас. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2010. – 222 с.
8. Соколов, А. С. Визуализация данных: виды научной графики / А. С. Соколов // География. – 2017. – № 4. – С. 3–12; № 5. – С. 3–11.
9. Крюкова, И. Б. К вопросу о построении треугольных диаграмм в программе Microsoft Excel при изучении пород-коллекторов Штокмановского месторождения / И. Б. Крюкова // Вести газовой науки. – 2011. – № 3 (8). – С. 178–179.

Производственно-практическое издание

СОКОЛОВ Александр Сергеевич

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
СРЕДСТВАМИ MS EXCEL**

Практическое пособие

Редактор В. И. Шкредова
Корректор В. В. Калугина

Подписано в печать 03.06.2020. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,8. Уч.-изд. л. 3,1.
Тираж 25 экз. Заказ 244.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 .
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.

Ул. Советская, 104, 246019, Гомель

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

А. С. СОКОЛОВ

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
СРЕДСТВАМИ MS EXCEL**

Гомель
2020