

В.И. СТУРМАН

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ**

*Учебно-методическое пособие*

Санкт-Петербург 2017

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое пособие содержит лабораторные работы, по курсу экологического картографирования. Основным учебным пособием по теоретической части этого курса является учебное пособие В.И. Стурмана «Экологическое картографирование» [5]. Однако любой вид картографирования связан не только теоретической осведомленностью об исследуемых объектах, но и с решением сугубо практических вопросов создания и использования карт. Карты экологической направленности могут содержать комплексные оценки состояния природной среды в целом, или отдельных ее компонентов. Карты являются важной составной частью документов экологического обоснования и сопровождения инвестиционных проектов.

Настоящее методическое пособие предлагает, в основном, работы по составлению аналитических карт, отображающих состояние отдельных сред (воды, воздуха и почв) и одну работу, связанную с изучением базовых вопросов общей картографии, а именно с выбором способов картографического изображения. Краткие теоретические сведения, приведенные в каждой лабораторной работе, не преследуют цель заменить упоминающиеся в библиографическом списке учебники, но должны содействовать самостоятельному и сознательному выполнению практических работ студентами.

# РАБОТА 1

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СЮЖЕТОВ

### Теоретические сведения для выполнения работы.

Для отображения размещения, качественных и количественных особенностей экологических сюжетов, их взаимосвязей и динамики применяются традиционно наиболее употребительные способы картографического изображения (СКИ): значки (внемасштабные знаки), линейные знаки, изолинии, качественный фон, локализованные диаграммы, точечный способ, ареалы, линии движения, картограммы и картодиаграммы. Очень редко применяется способ количественного фона. Чтобы уметь правильно выбирать способы изображения для того или иного экологического сюжета, любой специалист, занимающийся составлением даже простейших карт, должен хорошо представлять возможности и пределы применения каждого способа. Цель выполнения настоящей лабораторной работы – изучение признаков и свойств традиционных СКИ, применяемых на экологических картах. Как известно [4], Салищев К.А. выделил 11 основных СКИ; их краткая характеристика которых приведена ниже.

**1. Способ значков** (локализованных значков) используется для передачи планового положения, количественных и качественных характеристик объектов, не выражающихся в масштабе карты, но имеющих четкую точечную локализацию, с помощью внемасштабных условных обозначений, форма и цвет которых, чаще всего, несут качественную информацию, а размер и внутренняя структура – количественную.

**2. Способ локализованных диаграмм** используется для передачи на карте явлений, имеющих сплошное или линейное распространение, с помощью графиков или диаграмм, показывающих явление в пунктах его изучения. В данном случае графики и диаграммы можно отнести в разряд внемасштабных знаков, а фиксируемые характеристики могут быть и количественными, и качественными (например, повторяемость и направления ветров). У способов 1 и 2 есть одна общая черта – в результате графической интерпретации информации рисунки, выражающие количественные и качественные особенности объектов, на карте оказываются привязанными к точке, но в способе значков – к пункту фактической локализации явления, а в способе локализованных диаграмм – к пункту наблюдения за явлением. На этот факт следует обращать особое внимание.

**3. Знаки движения** (векторы) используются для показа перемещений объектов различной локализации. Движение точечных объектов создает линию (например, маршрут морского судна), движение воздушных масс образует сплошное повсеместное перемещение в пространстве, миграция животных имеет рассеянный характер распространения, океанические и морские течения создают перемещение, ограниченное по площади. Основным средством при передаче такого рода информации являются векторы, которые можно отнести к внемасштабным знакам. Векторы могут быть разных форм и величины, могут нести качественные и количественные характеристики. Локализация векторов может показывать и реально существующие линии передвижения, в частности, если они даются параллельно путям сообщения, и абстрактные, например: связи культурные, финансовые и т.п. Ориентировка векторов в этой ситуации определяется фактическим направлением движения (реальным или абстрактным). Качественные характеристики передаются с помощью формы, цвета и структуры вектора, а количественные – с помощью размеров (длины и ширины).

**4. Точечный способ** используется для передачи явлений рассеянного распространения, (например: население, поголовье скота, посевные площади) множеством точек одинакового размера, имеющих определенный «вес» - значение

количественного показателя. Передаваемые характеристики – чаще всего, количественные, а главное условное обозначение – форма, т.е. может быть использована не точка, а любой другой геометрический знак. Если используются знаки двух или трех цветов, речь может идти о передаче качественных характеристик (например, посевные площади, занятые рожью и пшеницей), хотя такие варианты встречаются редко. Таким образом, и в данном случае информация передается с помощью внесмасштабных условных знаков. Точки могут размещаться в соответствии с действительным размещением явления на местности - в пределах областей сгущения или в пределах границ административно-территориального деления. В любом случае, точечный способ можно рассматривать как частный случай способа картограмм, реализованный нетрадиционными для картограмм условными обозначениями.

**5. Способ картодиаграмм** также реализуется с помощью внесмасштабных условных знаков. Он предполагает изображение суммарной величины, а иногда структуры или динамики каких-либо явлений с помощью графиков или диаграмм, помещаемых внутри единиц территориального деления, чаще всего административного. При использовании этого способа карта в целом показывает распределение явления по исследуемой территории. Вообще говоря, тип локализации явления в данной ситуации может быть любым, но с учетом жесткой привязки количественной информации к площади административно-территориальной или какой-либо другой ячейке, условно его можно считать ограниченным по площади. Картодиаграммы географически несовершенны, т.к. строятся они на основе статистических данных, а статистика может обрабатывать цифры, относящиеся к природным или социально-экономическим явлениям, имеющим любой тип размещения в пространстве. Кроме того, способ картодиаграмм можно считать малоэффективным с точки зрения восприятия информации пользователем. Однако, картодиаграммы очень легко и быстро поддаются автоматизированному построению и их использование оправдано, если заказчик хочет получить статистическую информацию в графическом виде. Этот способ можно заменить просто статистической таблицей.

**6. Способ линейных знаков** используется для передачи линий в их геометрическом понимании: границы, береговая линия, линии разрывных тектонических нарушений. Этот способ очень часто путают со способом знаков движения. Необходимо отметить особенность способа линейных знаков – он должен показывать либо линии, реально существующие в природе (например, дороги), либо линии протяженности вытянутых статичных или динамичных объектов (хребты на орографических схемах, линии фронта). Перемещение динамичных объектов (например, атмосферных фронтов) можно передавать системой линейных знаков, отнесенных к разным датам. Линейные знаки могут передавать и количественные, и качественные характеристики. Количественные показатели (мощность грузопотоков) передаются с помощью ширины линии или полосы, а качественные (состав грузопотоков) – структурой линии, цветом. Ориентировка линейных знаков отображает реальное положение линии в пространстве.

Следует отметить, что в рассматриваемых ниже способах количественного и качественного фона, ареалов и изолиний процедура проведения границ тоже присутствует, но доминирующая роль при передаче информации принадлежит знакам, заполняющим контура, т.е. площадным условным обозначениям. Условно можно считать, что линейные знаки являются неотъемлемой составной частью способов площадных фонов, а проводимые в таких случаях границы не обязательно могут быть обозначены на земной поверхности.

**7. Способ качественного фона** используется для районирования территории по качественному признаку при картографировании явлений сплошного (почвы,

геологическое строение, ландшафты) и рассеянного распространения (население, народы). Графическим средством в данном случае могут служить цвет (ровные фоновые окраски разных цветовых тонов, разных степеней светлоты, насыщенности), полутона, штриховки различных рисунков и интенсивности, заполняющие обозначения, буквенно-цифровые индексы (но из-за малой наглядности они широкого распространения не получили). Границы выделенных контуров при реализации этого способа могут быть барьерными, четкими – т.е. при переходе через них качественный признак меняется резко. Но чаще бывает так, что выделенная граница бывает переходной, условной, т.е. изменение качества происходит постепенно. В последнем случае давать рисунок границ между участками четким линейным знаком нецелесообразно, лучше использовать нетрадиционное обозначение – полутона (т.е. постепенные переходы одного цветового тона в другой), элемент живописи в картографии. Использование полутонов обеспечивает корректность передачи качественной информации, но трудно поддается автоматизации.

**8. Способ количественного фона** аналогичен способу качественного фона, но в данном случае районирование производится по значению количественного показателя. Некоторые специалисты ставят под сомнение правомочность существования этого способа. По Салищеву способ количественного фона может быть реализован двумя путями [4]:

- во-первых, предварительным делением территории по надлежащим образом выбранному основанию (например, по бассейнам рек, зонам деятельности школ, больниц и т.п.), затем определением для каждого территориального подразделения значения количественного показателя, и, наконец, отнесением подразделений к соответствующим ступеням шкалы. Такая же технология используется и в способе картограмм с тем лишь отличием, что количественные показатели в картограммах чаще всего привязываются к границам административно-территориальных ячеек, хотя по определению не исключается возможность использования границ любых других выделов, в том числе органически связанных с действительным распространением картографируемых явлений. Таким образом, этот путь картографирования можно рассматривать как частный случай способа картограмм;

- во-вторых, определением значений количественного показателя по всей площади карты (например, крутизны скатов, вертикального или горизонтального расчленения рельефа) и далее проведением границ участков, относящихся к различным ступеням шкалы. Таким образом, в этом случае необходимо наличие резких, скачкообразных изменений количественного показателя, что позволяет проводить барьерные границы между соседними выделами (здесь границы не могут быть условными или постепенными). В природе такие варианты встречаются крайне редко, но традиционно морфометрические карты изготавливаются именно по такой технологии. Если изменение количественного показателя идет постепенно, с большей или меньшей степенью равномерности, рациональнее использовать для картографирования способ изолиний.

Таким образом, способ количественного фона может использоваться в сравнительно немногих случаях, чаще всего в тех направлениях картографирования, где это принято традиционно, в частности, в морфометрии.

**9. Способ ареалов** используется для передачи области распространения явлений, имеющих ограниченное по площади распространение, причем в пределах этой площади картографируемое явление может быть дискретным (т.е. встречаться редко), сплошным или рассеянным. Главное отличие способа ареалов от способа качественного фона, во-первых, тип локализации, во-вторых, необязательность рисовки границ. По отношению к используемым условным обозначениям способ ареалов универсален: он

может быть реализован с помощью внемасштабных (не имеющих четкой координатной привязки), линейных, площадных знаков и даже буквенно-цифровых индексов. Способ ареалов в «чистом виде», как правило, не несет информации о конкретных качественных или количественных характеристиках, он отображает форму и местоположение площади распространения картографируемого явления, поэтому с определенной долей условности характер передаваемой информации можно считать качественным. Ареалы могут сопровождаться количественными показателями, которые выражают суммарную величину явления внутри каждого выдела, либо среднюю интенсивность в нем, соответственно эта информация переводит ареалы в разряд более сложных способов – картодиаграмм или картограмм. Ареалы могут быть районированы на более мелкие подразделения по качественному признаку, тогда налицо использование одновременно двух СКИ: ареалов и качественного фона (например, площадь, занятая лесом – ареал, а породный состав леса – качественный фон). Ареалы могут быть использованы в качестве вспомогательной информации: например, для того чтобы реализовать точечный способ, необходимо сначала установить границы площади распространения явления, в пределах которых нужно поместить определенное количество точек.

**10. Способ изолиний.** Изолинии - линии, соединяющие точки с одинаковыми значениями каких-либо количественных показателей, используются для характеристики величины сплошных и постепенно изменяющихся в пространстве явлений, например: температура воздуха, количество осадков, рельеф. В отличие от способа количественного фона, передающего явления и их характеристики при тех же условиях, изолинии никогда не пересекаются и отображают поверхности реальные или абстрактные. Поэтому, использование способа изолиний по сравнению со способом количественного фона более рационально для количественной характеристики явлений сплошного распространения. С точки зрения использования условных знаков здесь преобладают линии различных структур, цветов и ширины, и площадные фоны - штриховки, либо чаще при цветной печати – ровные фоновые окраски. При передаче рельефа очень часто используется гипсометрическая окраска, которая дает зрительную иллюзию приближения высоких ступеней, что делает этот способ очень наглядным. При передаче температур или давления используются один или два фоновых цвета, изменяющиеся по насыщенности. Пластические эффекты разных шкал гипсометрических окрасок можно учитывать и при передаче других поверхностей.

Способ псевдоизолиний рассматривается в традиционной литературе как частный случай способа изолиний. Но псевдоизолинии используются для количественной характеристики явлений, имеющих ограниченное по площади распространение. Если изолинии отображают действительный рисунок поверхностей, то псевдоизолинии искажают реально существующие границы распространения явлений - они обобщают дискретные данные на всю площадь картографирования. Таким образом, имеется существенное различие в технике построения изолиний и псевдоизолиний, что дает основание для выделения последнего способа в отдельную категорию.

**11. Картограммы** графически передают среднюю интенсивность какого-либо явления (т.е. количественную характеристику) в пределах определенных территориальных единиц, чаще всего, административных, не связанных с действительным распространением этого явления в природе. Таким образом, тип локализации отображаемого явления может быть любым: точечным, линейным, сплошным, рассеянным, ограниченным по площади, но графическая интерпретация "привязывает" количественную информацию к ограниченной площади, по аналогии со способом картодиаграмм.

Все вышесказанное можно объединить в таблицу (табл. 1), которая систематизирует СКИ с учетом ведущих, «способообразующих» факторов, таких как локализация явления в природе, характер передаваемой информации, используемые условные обозначения.

Таблица 1

Система способов картографических изображений

Тип локализации явления на местности	Характер передаваемой информации	Условные обозначения		
		Внемасштабные	Линейные (полосные)	Площадные
Точечный	Качеств.	Значки		
	Количеств.			
Линейный	Качеств.	Локализованные диаграммы	Линейные знаки	
	Количеств.			
Сплошной	Качеств.	Локализованные диаграммы	Качественный фон	
	Количеств.		Изолинии Количественный фон	
Рассеянный	Качеств.	Точечный	Качественный фон	
	Количеств.		Количественный фон	
Ограниченный по площади	Качеств.	Ареалы		
	Количеств.	Псевдоизолинии		
Любой	Количеств.	Картодиаграммы		Картограммы

**Материалы для работы:**

1. Экологический атлас Санкт-Петербурга.
2. Однолистные изданные экологические карты: России, Ленинградской области и других регионов России.
3. Рукописные экологические карты прикладного назначения (эколого-почвенная, эколого-геоморфологическая и пр.)

**Задание.**

1. Обратив особое внимание на легенду, проанализировать специальную нагрузку карт экологической тематики на предмет определения СКИ.
2. Оценить степень соответствия выбранных СКИ особенностям отображаемых явлений. Дать собственные предложения по выбору СКИ для графической интерпретации отображенных явлений.
3. Результаты анализа и оценки представить в виде таблицы следующей формы (табл. 2):

Таблица 2

Форма представления результатов анализа и оценки использования СКИ

Название карты, вых. свед. сведения	Картографируемое явление	Тип локализации и явления	Характер передаваемой информации	Использованные условные обозначения	СКИ	Оценка степени соответствия и собственные предложения
1.	1.					
	2.					
	3.					
2.	1.					
	2.					
	3.					

**Пример выполнения задания.** Рассмотрена карта радиоактивного загрязнения (условные обозначения на рис. 1). Результаты анализа карты представлены в табл. 3.

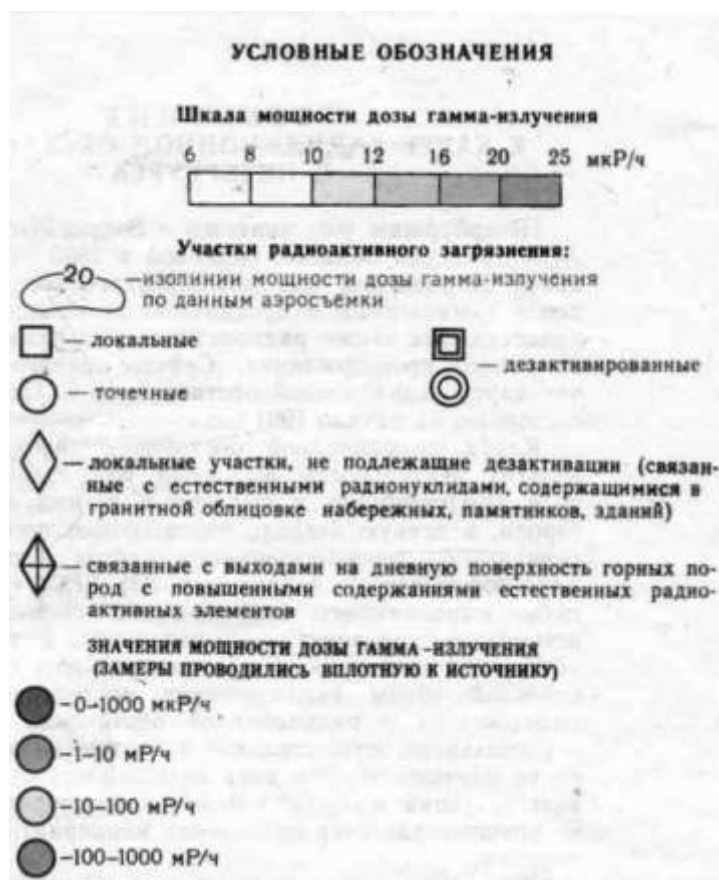


Рис. 1 Легенда карты радиоактивного загрязнения из Экологического атласа Санкт-Петербурга.

Таблица 3

Результаты анализа карты радиоактивного загрязнения из Экологического атласа Санкт-Петербурга [7].

Название карты, выходные сведения	Картографическое явление	Тип локализации явления	Характер передаваемой информации	Использованные условные обозначения	СКИ	Оценка степени соответствия и собственные предложения
1. Карта радиационной обстановки из Экологического атласа С.-Петербурга, 1992г. изд.	1. Мощность дозы гамма-излучения	Сплошной	Количественная: значения мощности природного фона в каждой точке	Площадные: цветной фон пяти градаций	Способ изолиний	Способ выбран в соответствии с типом локализации и характером явления
	2. Участки радиоактивного загрязнения, не выражающиеся в масштабе карты, имеющие различное происхождение	Точечный	Качественная: местоположение участков радиоактивного загрязнения	Шесть форм внемасштабных знаков, отображающие специфические свойства участков р/а загрязнения	Способ значков	См. запись выше



	3. Значения мощности дозы гамма-излучения полученные в результате замера вплотную к источникам р/а загрязнения	Точечный	Количественная: значения мощности дозы гамма-излучения источников р/а загрязнения, разбитые на четыре интервала	Четыре градации внутренней окраски вышеописанных вне-масштабных условных знаков	Способ значков	Способ выбран корректно, но количественные различия можно передать с помощью размеров значков, что могло бы облегчить восприятие информации
--	--	----------	---	---	----------------	---

**РАБОТА 2**  
СОСТАВЛЕНИЕ КАРТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА КРУПНЫХ РОССИЙСКИХ ГОРОДОВ ПО РАСЧЕТНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ КОМПЛЕКСНОГО ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ.

Расчет комплексного индекса загрязнения атмосферы (КИЗА) производится по следующей формуле:

где:

$$КИЗА = \sum_{i=1}^n \left( \frac{q_r}{ПДК_{cc}} \right)_i^{C_i},$$

$i$  – примесь;

$q_r$  – среднегодовая концентрация примесей  $i$ ;

$ПДК_{cc}$  – соответствующая среднесуточная предельно допустимая концентрация;

$C_i$  – константа, принимающая значения 1,5; 1,3; 1,0; 0,9 для соответственно 1, 2, 3, 4-го классов опасности веществ.

Классы опасности и среднесуточные  $ПДК_{cc}$  представлены в таблице 4.

Таблица 4

Сведения о предельно-допустимых концентрациях и классах опасности некоторых веществ

Вещества	Класс опасности	$ПДК_{cc}$ , (мг/м <sup>3</sup> )
3,4-бенз-а-пирен (C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> )	1	0,000001
Формальдегид (CH <sub>2</sub> O)	1	0,01
Фенол (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> (OH))	2	0,003
Сероводород (H <sub>2</sub> S)	2	0,008
Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	3	0,05
Пыль нетоксичная	3	0,15
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	3	0,04
Сажа (C)	3	0,05
Оксид углерода (CO)	4	3
Аммиак (NH <sub>3</sub> )	4	0,04

Среднегодовые концентрации примесей  $q_r$  согласно [1] представлены в таблицах 5-18, индивидуально для каждого варианта. Схемы городов с размещением постов представлены на рис. 2-7.

**Задание.**

1. Рассчитать значения КИЗА для каждого поста наблюдения. Результаты вычислений представить в таблице соответствующей формы (см. пример выполнения задания).
2. По расчетным значениям КИЗА на прилагаемых к работе схемах городов построить и вычертить систему изолиний.

Таблица 5  
Вариант 1, Ленинград, 1986 г.

№№ постов	Пыль неток- сичная, $q_r$	SO <sub>2</sub> , $q_r$	CO, $q_r$
1	0,1	0,03	0,5
2	0,1	0,014	0,3
3	0,1	0,03	0,2
4	0,1	0,005	0,3
5	0,5	0,03	0,8
6	0,1	0,003	0,5
7	0,1	0,03	0,3
8	0,1	0,005	0,2
9	0,1	0,06	0,9
10	0,1	0,012	0,3
11	0,1	0,02	2,8
27	0,2	0,007	0,6
46	0,2	0,01	2,3
49	0,1	0,004	0,4
62	0,0	0,03	2,2
65	0,2	0,002	1,8
73	0,2	0,02	0,7
74	0,1	0,004	0,6
12	0,1	0,02	2,1

Таблица 6  
Вариант 2, Ленинград, 1986 г.

№№ постов	NO <sub>2</sub> , $q_r$	SO <sub>2</sub> , $q_r$	Фенол, $q_r$
1	0,06	0,03	0,001
2	0,05	0,014	0,002
3	0,04	0,03	0,001
4	0,04	0,005	0,002
5	0,05	0,03	0,002
6	0,1	0,003	0,001
7	0,05	0,03	0,001
8	0,04	0,005	0,001
9	0,06	0,06	0,001
10	0,05	0,012	0,001
11	0,06	0,02	0,001
27	0,03	0,007	0,001
46	0,08	0,01	0,003
49	0,04	0,004	0,001
62	0,05	0,03	0,001
65	0,06	0,002	0,001
73	0,03	0,02	0,002
74	0,01	0,004	0,001
12	0,04	0,02	0,001

Таблица 7  
Вариант 3, Ленинград, 1986 г.

№№ постов	NO <sub>2</sub> , $q_r$	SO <sub>2</sub> , $q_r$	Фенол, $q_r$
1	0,06	0,03	0,001
2	0,05	0,014	0,002
3	0,04	0,03	0,001
4	0,04	0,005	0,002
5	0,05	0,03	0,002
6	0,1	0,003	0,001
7	0,05	0,03	0,001
8	0,04	0,005	0,001
9	0,06	0,06	0,001
10	0,05	0,012	0,001
11	0,06	0,02	0,001
27	0,03	0,007	0,001
46	0,08	0,01	0,003
49	0,04	0,004	0,001
62	0,05	0,03	0,001
65	0,06	0,002	0,001
73	0,03	0,02	0,002
74	0,01	0,004	0,001
12	0,04	0,02	0,001

Таблица 8  
Вариант 4, Москва, 1986 г.

№№ постов	Пыль неток- сичная, $q_r$	NO <sub>2</sub> , $q_r$	CO, $q_r$
1	0,1	0,04	3,0
2	0,1	0,06	4,0
3	0,2	0,05	4,0
4	0,1	0,07	11,0
18	0,2	0,04	4,0
8	0,2	0,06	10,0
19	0,2	0,06	4,0
20	0,2	0,06	5,0
21	0,1	0,05	4,0
22	0,1	0,04	4,0
23	0,2	0,04	4,0
24	0,2	0,12	4,0
25	0,1	0,05	4,0
26	0,2	0,05	4,0
27	0,1	0,05	4,0
28	0,1	0,05	4,0
29	0,1	0,04	4,0
32	0,1	0,07	11,0
33	0,1	0,04	4,0
34	0,2	0,04	4,0

Таблица 9  
Вариант 5, Свердловск, 1986 г.

№№ постов	Бенз(а) пирен, (мг/м <sup>3</sup> *10 <sup>-6</sup> ), q <sub>г</sub>	SO <sub>2</sub> , q <sub>г</sub>	CO, q <sub>г</sub>	NO <sub>2</sub> , q <sub>г</sub>
1	3,0	0,02	1	0,04
2	3,2	0,07	1	0,04
3	6,1	0,08	2	0,08
4	3,6	0,1	1	0,03
5	4,7	0,05	1	0,03
6	9,4	0,05	1	0,04
8	6,0	0,07	1	0,05
9	7,1	0,04	1	0,04
10	5,9	0,1	1	0,03
11	3,7	0,04	1	0,05
12	4,2	0,03	1	0,08

Таблица 10  
Вариант 6, Свердловск, 1986 г.

№№ постов	Бенз(а) пирен, (мг/м <sup>3</sup> *10 <sup>-6</sup> ), q <sub>г</sub>	Фенол, q <sub>г</sub>	CO, q <sub>г</sub>	Сажа, q <sub>г</sub>
1	3,0	0,004	1	0,01
2	3,2	0,006	1	0,03
3	6,1	0,003	2	0,08
4	3,6	0,001	1	0,02
5	4,7	0,002	1	0,09
6	9,4	0,005	1	0,05
8	6,0	0,004	1	0,07
9	7,1	0,003	1	0,03
10	5,9	0,003	1	0,09
11	3,7	0,002	1	0,01
12	4,2	0,001	1	0,08

Таблица 11  
Вариант 7, Челябинск, 1986 г.

№№ постов	Бенз(а) пирен, (мг/м <sup>3</sup> *10 <sup>-6</sup> ), q <sub>г</sub>	Фенол, q <sub>г</sub>	CO, q <sub>г</sub>	Пыль нетоксичная, q <sub>г</sub>
16	5,6	0,002	1	0,2
17	5,4	0,006	1	0,1
18	4,8	0,001	1	0,1
20	5,3	0,007	1	0,1
21	6,4	0,001	1	0,2
22	4,8	0,007	1	0,1
23	12,8	0,005	1	0,2
27	10,0	0,002	2	0,4
28	4,4	0,006	1	0,1

Таблица 12  
Вариант 8, Челябинск, 1986 г.

№№ постов	Бенз(а) пирен, (мг/м <sup>3</sup> *10 <sup>-6</sup> ), q <sub>г</sub>	SO <sub>2</sub> , q <sub>г</sub>	CO, q <sub>г</sub>	NO <sub>2</sub> , q <sub>г</sub>
16	5,6	0,18	1	0,04
17	5,4	0,18	1	0,03
18	4,8	0,17	1	0,03
20	5,3	0,16	1	0,04
21	6,4	0,15	1	0,04
22	4,8	0,18	1	0,03
23	12,8	0,16	1	0,03
27	10,0	0,17	2	0,04
28	4,4	0,16	1	0,03

Таблица 13  
Вариант 9, Уфа, 1985 г.

№№ постов	Пыль нетоксичная, q <sub>г</sub>	SO <sub>2</sub> , q <sub>г</sub>	CO, q <sub>г</sub>	NO <sub>2</sub> , q <sub>г</sub>
1	0,1	0,14	1	0,04
2	0,2	0,12	1	0,04
5	0,1	0,12	1	0,04
12	0,1	0,15	1	0,03
14	0,1	0,13	1	0,04
16	0,1	0,13	1	0,04
17	0,1	0,12	1	0,04
18	0,1	0,16	1	0,04
19	0,2	0,10	1	0,02

Таблица 14  
Вариант 10, Уфа, 1987 г.

№№ постов	Пыль нетоксичная, q <sub>г</sub>	SO <sub>2</sub> , q <sub>г</sub>	CO, q <sub>г</sub>	NO <sub>2</sub> , q <sub>г</sub>
1	0,1	0,10	1	0,02
2	0,1	0,07	1	0,03
5	0,2	0,14	1	0,05
12	0,1	0,11	1	0,02
14	0,1	0,10	1	0,05
16	0,1	0,09	1	0,03
17	0,1	0,10	1	0,02
18	0,1	0,10	1	0,03
19	0,2	0,09	1	0,03

Таблица 15

Вариант 11, Ленинград, 1987 г.

№№ постов	Пыль нетоксичная, $q_r$	SO <sub>2</sub> , $q_r$	CO, $q_r$
1	0,1	0,03	1
2	0,1	0,01	1
3	0,1	0,01	1
4	0,1	0,01	1
5	0,4	0,01	1
6	0,1	0,01	1
7	0,1	0,01	1
8	0,1	0,01	1
9	0,1	0,01	1
10	0,1	0,01	1
11	0,1	0,02	4
12	0,1	0,01	1
24	0,3	0,0	1
27	0,3	0,02	1
46	0,2	0,01	2
49	0,1	0,01	1
62	0,1	0,03	1
65	0,1	0,01	1
73	0,2	0,02	1

Таблица 16

Вариант 12, Ленинград, 1987 г.

№№ постов	Бенз(а) пирен, $q_r$ мг/м <sup>3</sup> *10 <sup>-6</sup>	SO <sub>2</sub> , $q_r$	NO <sub>2</sub> , $q_r$
1	2,0	0,03	0,08
2	4,4	0,014	0,04
3	3,7	0,03	0,03
4	3,6	0,005	0,03
5	5,2	0,03	0,04
6	6,8	0,003	0,03
7	1,8	0,03	0,04
8	2,6	0,005	0,05
9	2,3	0,06	0,01
10	1,7	0,012	0,03
11	1,5	0,02	0,07
27	7,2	0,007	0,03
46	5,4	0,01	0,09
49	3,7	0,004	0,04
62	2,1	0,03	0,06
65	6,3	0,002	0,04
73	5,4	0,02	0,06
74	3,7	0,004	0,04
12	4,1	0,02	0,03

Таблица 17

Вариант 13, Куйбышев, 1985 г.

№№ постов	Пыль нетоксичная, $q_r$	SO <sub>2</sub> , $q_r$	CO, $q_r$	NO <sub>2</sub> , $q_r$
1	0,2	0,05	1	0,03
2	0,2	0,08	2	0,03
3	0,3	0,09	3	0,07
4	0,2	0,10	1	0,04
6	0,3	0,09	2	0,04
7	0,2	0,09	2	0,05
8	0,3	0,10	1	0,04
9	0,3	0,10	2	0,04
10	0,2	0,09	2	0,04
11	0,3	0,08	2	0,04

Таблица 18

Вариант 14, Куйбышев, 1987 г.

№№ постов	Пыль нетоксичная, $q_r$	SO <sub>2</sub> , $q_r$	CO, $q_r$	NO <sub>2</sub> , $q_r$
1	0,2	0,04	1	0,03
2	0,3	0,06	2	0,05
3	0,7	0,06	5	0,09
4	0,2	0,06	1	0,05
6	0,3	0,06	1	0,04
7	0,2	0,06	2	0,05
8	0,3	0,07	1	0,05
9	0,3	0,07	2	0,05
10	0,3	0,07	1	0,05
11	0,4	0,05	2	0,07

СХЕМЫ ГОРОДОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

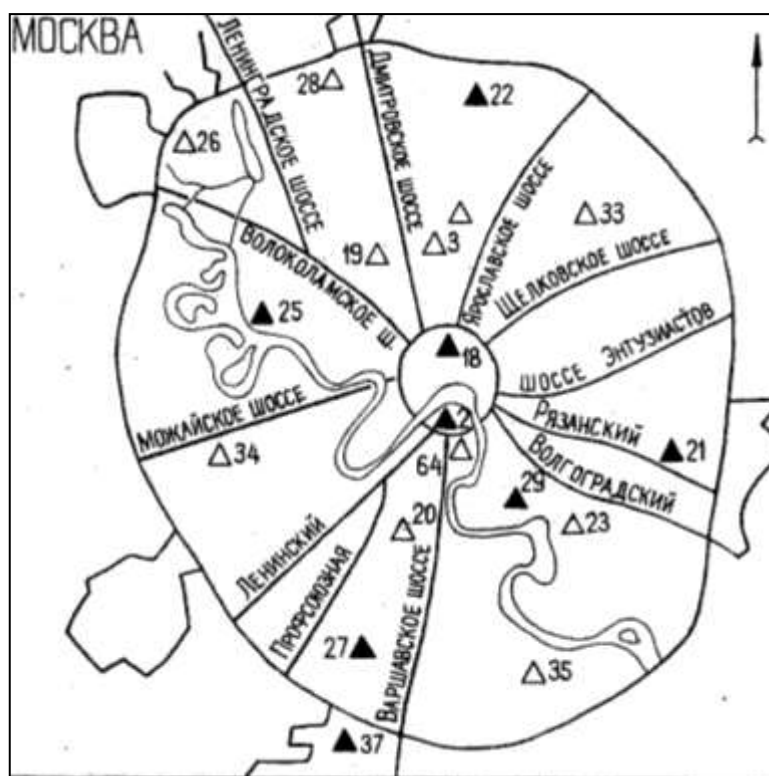


Рис. 2. Размещение постов в г. Москва



Рис. 3. Размещение постов в г. Санкт-Петербург



Рис. 4. Размещение постов в г. Екатеринбург



Рис. 5. Размещение постов в г. Челябинск





### Пример выполнения задания.

Работа выполнялась для варианта 2 представленной лабораторной работы. Расчет КИЗА осуществлен по следующим ингредиентам: NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, фенол. Результаты вычислений представлены в таблице 19. Схематическая карта на рис. 8.

Таблица 19

№№ постов	NO <sub>2</sub> , q <sub>r</sub>	SO <sub>2</sub> , q <sub>r</sub>	Фенол, q <sub>r</sub>	КИЗА
1	0,06	0,03	0,001	2,53
2	0,05	0,014	0,002	2,21
3	0,04	0,03	0,001	1,84
4	0,04	0,005	0,002	1,69
5	0,05	0,03	0,002	2,53
6	0,1	0,003	0,001	3,59
7	0,05	0,03	0,001	2,18
8	0,04	0,005	0,001	1,34
9	0,06	0,06	0,001	3,13
10	0,05	0,012	0,001	1,82
11	0,06	0,02	0,001	2,33
27	0,03	0,007	0,001	1,07
46	0,08	0,01	0,003	3,66
49	0,04	0,004	0,001	1,32
62	0,05	0,03	0,001	2,18
65	0,06	0,002	0,001	1,97
73	0,03	0,02	0,002	1,68
74	0,01	0,004	0,001	0,48
12	0,04	0,02	0,001	1,64
Класс опасности	2	3	2	
C <sub>i</sub>	1,3	1,0	1,3	
ПДК <sub>сс</sub>	0,04	0,05	0,003	

Далее расчетные значения КИЗА вынесены на схему г. Санкт-Петербурга с указанием местоположения постов наблюдения за загрязнением атмосферы, на которой построена система изолиний. В приведенном примере выбран интервал деления шкалы 0,5. Следует учитывать, что при выполнении других вариантов интервал деления можно и нужно подбирать индивидуально, в зависимости от разброса значений КИЗА. Методика разработки шкал количественных характеристик кратко описана в работе по расчету и картографированию коэффициентов разбавления.

**СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА  
Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**



Условные обозначения

- △ ▲ Посты наблюдения за загрязнением атмосферы (ПЗА)
- 27 Порядковые номера ПЗА
- 1,07 Значения комплексного индекса загрязнения атмосферы (КИЗА), рассчитанные для каждого ПЗА
- — — Граница участка интерполяции

Шкала значений КИЗА

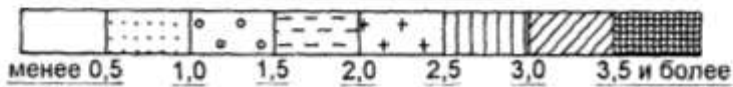


Рис. 8. Схема интерполяции КИЗА по территории г. Санкт-Петербурга

### РАБОТА 3

#### РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАЗБАВЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ БАССЕЙНОВ МАЛЫХ РЕК

##### Теоретические сведения для выполнения работы.

При изучении диффузного загрязнения от источников в сельской местности картографируемая территория подразделяется на водосборные бассейны определенного порядка в зависимости от масштаба исследования. Так, при картографировании масштаба 1:200000 целесообразно выделение бассейнов третьего порядка (по Стралеру-Философову), а также оконтуриваемых ими межбассейновых пространств (территорий, относящихся непосредственно к бассейну основной реки или к бассейнам более низкого порядка, чем рассматриваемый). В пределах каждого бассейна путем анализа картографических источников и статистических данных определяют все действующие источники загрязнения вод: населенные пункты, животноводческие комплексы и фермы, промышленные и коммунально-бытовые предприятия, места размещения сельскохозяйственной и транспортной техники. При наличии канализационных систем объемы сточных вод заимствуют из статистических форм 2-ТП «водхоз», а при их отсутствии объемы и состав сточных вод от действующих источников определяются по укрупненным нормативам водоотведения. Сведения для приближенного определения объемов сточных вод (без подразделения типов и концентраций отдельных веществ) приводятся в таблице 20.

Для определения коэффициентов разбавления объемы сточных вод от всех источников в пределах бассейна делят на сток воды в замыкающем створе за ту же единицу времени. Сведения о стоке воды могут быть получены из данных Государственного водного кадастра (Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики), а при их отсутствии - из данных региональных гидрологических исследований, либо расчетно-графическим путем, на основе региональных зависимостей между гидрологическими и морфологическими параметрами. Показатели разбавления могут определяться, исходя из разных величин расходов воды в замыкающем створе: среднегодовых; характерных для определенных фаз водного режима; 95% обеспеченности, как того требуют нормативные документы по установлению предельно допустимых сбросов.

##### **Материалы для работы:**

Таблица 20

##### Укрупненные нормативы образования сточных вод

Тип источника	Единица измерения	Кол-во сточных вод от единицы, м <sup>3</sup> /год
Населенные пункты: без водопровода и канализации	1 житель	5,5
с водопроводом, без канализации		22
с водопроводом и канализацией		44
Животноводство: крупный рогатый скот и свиньи	1 голова	10,95
овцы и козы		0,51
Сельскохозяйственная и транспортная техника: грузовые автомобили, трактора	1 машина	79
легковые автомобили		63
автобусы		103
Хлебозаводы производительностью:		

более 30 т/сут.	1 т продукции	1,33
от 15 до 30 т/сут.		2,87
до 15 т/сут.		6,66
Молокозаводы производительностью: более 10 т/сут. до 10 т/сут.	1 т продукции	3,0 4,28
Маслозаводы	1 т продукции	2,6

Таблица 21

Данные об источниках образования сточных вод по отдельным населенным пунктам

Нас. пункт	Наличие водопров. (в), канализ. (к)	Учтенный объем стоков (2 ТП водхоз), м <sup>3</sup> /год	Население, жит.	Число голов скота, в т.ч.			Число единиц техники, в т.ч.			Перерабатывающие предприятия и их производит.
				КРС	Сви-нии	Овцы и козы	Трак-торы	Грузо-вые а/м	Лег-ковы е а/м	
Ахмузи			40	18	110	15	1	4	8	
Мута-Кюля			63	36	125	55	2	5	10	
Пудость	в		410	120	680	140	19	15	120	
Петрово			102	41	175	36	5	6	24	
Ивановка	в		473	130	665	150	45	55	112	
Алапурская			153	309	1380	25	2	13	65	
Юля-Пурская			115	350	260	45	2	6	29	
Елизаветинка			221	420	250	110	5	14	75	
Агалатово	в		328	550	1050	160	8	20	95	
Сарженка			63	240	120	25		2	15	
Касимово			76	28	120	30	1	3	19	
Рапполово			106	380	180	25	3	12	32	
Вертемяги	в		475	400	550	80	8	18	80	
Дубовик			16	2	28	8			2	
Радофиниково			70	38	180	40	1	2	10	
Каменка			58	360	110	70	2	14	16	
Еглино			15	1	10	5				
Гришкино			20	2	30	6			3	
Лисино-Корпус			85	42	210	45	2	1	18	
Тарасово	в		206	90	450	50	3	12	50	
Андрианово			60	8	90	18	1	2	12	
Усадище-Сидорово			94	368	180	45	2	5	30	
Примерное			12	2	6	2			1	
Рублево			24	2	30	12			2	
Турово			44	220	60	15			3	
Сустье-Конец			62	9	100	24		2	8	
Коркино	в		405	530	650	80	18	50	70	
Русская Волжа			27	100	50			1	2	
Ямок			53	15	100	40	1	2	4	
Заволжье			29	80	45			1	1	

Сельцо	в		325	180	450	120	5	12	35	
Гостилицы	в, к	12000	3800	550	4500	250	25	160	800	Хлеб.з-д 7 т/сут., молокоза вод 12 т/сут.,
Вильповицы	в		268	100	510	60	4	14	80	
Оржицы	В,к		2500	420	1200	90	15	25	900	
Мал. Забородье			16	2	20	10			1	
Лопухинка	в		876	1600	1300	350	25	45	155	
Верх. Рудницы			58	250	80	15	1	2	5	
Дубняги			63	240	120	25		2	6	
Мотохово	в		221	420	250	110	5	14	60	
Новинка			60	20	700	50	1	3	8	
Иконово			71	200	160	30	2	4	9	
Дуняково			24	2	30	12				
Витка			44	220	60	15			2	
Заднево			48	14	90	35	1	2	4	
Черноручье			24	60	40			1	1	
Янега	в		1113	150	350	120	45	70	180	
Рахновичи			34	4	50	15	1	1	2	
Бор			86	160	130	80	5	4	11	
Сорзуй			104	380	190	50	5	8	20	
Малочасовенское			18	3	22	11			1	
Спирово			70	200	60	30	2	4	6	
Кизлярское			28	6	30	18	1	1	1	
Малыжино			40	70	60	25	2	3	2	
Чернецово			88	90	120	35	3	4	2	
Устье			40	20	70	50	1	2	2	
Струнино			31	20	60	30	1	1		
Харчевня			22	18	30	12		1		
Ситомля			24	20	40	15		1		
Ругуй			12	2	6	4				
Петровское			8	1	4	2				
Тальцы			23	2	10	12		1		
Колпина			18	2	6	4			1	
Водогон			201	45	150	180	5	10	14	
Хотцы			10	1	3	2				
Запольский Бор			18	1	8	6		1		
Осуй	в		391	90	350	225	12	15	40	
Стеремино			28	5	24	28		1	2	
Рогачи			13	1	6	4			1	
Филиппово			10	1	2	1				
Юршево			9	1	4	2			1	
Воскресенское			90	240	45	55	4	5	8	
Остров			40	5	12	8	1	1	3	
Погорелец- Хваловский			38	3	10	9	1	2	2	
Дудачкино			85	32	45	18	3	4	6	

Сясьстрой	в,к	18000	13745	250	120	280	45	80	350	Хлеб.з-д 10 т/сут., молокоза вод 8 т/сут.,
Низино			75	12	32	60	3	6	8	
Свирь-Городок			35	2	12	9	1	1	1	
Лунгачи			46	3	10	6	1	1	2	
Усадище	в		1303	600	850	420	25	35	120	
Кивуя			14	2	7	5		1		
Вымово			11	1	3	1	1		1	
Кумин Бор			8	1	3	1				
Красный Бор			95	220	55	60	4	6	4	
Вонозеро			80	210	40	50	3	5	4	
Тимошино			10	1	3	2		1		
Хмелезеро			35	2	12	8	1	3	1	
Пергачево			15	1	6	4	1		1	
Маргыново			12	2	4	2		1	1	
Бабино	в		302	55	140	180	7	12	18	
Бабинская Лука			12	1	4	3			1	
Вороний Остров			45	4	18	28	2	4	3	
Александровка			16	2	8	4	1			
Апраксин Бор			13	2	4	2		1		
Ручьи			9	1	3	1				
Александровка			22	3	5	6			1	
Красный Маяк			892	48	270	190	30	45	120	
Покровка			65	7	24	18	1	2	8	
Бол. Ящера			80	10	35	30	2	2	9	
Сорочкино			90	12	40	50	2	4	12	
Низовская	в		390	62	150	200	12	15	45	
Низовка			12	1	3	5		1		
Дивенский	в		833	45	250	180	25	40	110	
Дымово			74	10	30	50	4	6	10	
Горское			35	3	8	10		1	2	
Зайцево	в		378	60	130	190	8	10	20	
Холмово			24	2	8	6		1		
Дружноселье			38	3	10	10		1	2	
Комсомольское			118	5	15	24	2	3	12	
Дозорово			18	3	7	4	1			
Сосновское			14	1	3	2		1		
Михайловка			72	9	25	40	1	4	10	
Возрождение	в		1803	55	160	60	25	40	160	
Сосновая Горка			36	2	12	15		1	2	
Боровинка			145	6	18	20	2	8	12	
Красный Сокол			385	55	140	200	3	12	15	
Земляничное			25	1	3	5		1	1	
Патреева Гора			14	1	3	4		1		
Савиновщина			85	15	40	12	5	11	2	
Казино			22	2	2	3		2		
Дворище			18	1	3	3		1		
Усадище	в		1303	42	130	40	8	5	28	

Подвьязь			100	4	12	15	2	1	8	
Бёзово			32	3	9	6		1		
Леоновщина			14	1	4	4		1		
Елошня			25	3	4	5			1	
Запорожское	в		2205	60	150	40	12	16	125	
Пятиречье	в		242	16	45	32	2	3	8	
Денисово			78	8	23	42	1	2	5	
Сосново	в, к	7500	7209	25	85		24	35	280	
Снегиревка	в		1402	14	58		10	24	75	
Кривко	в		1214	12	35		12	18	70	
Заозерье			44	4	8	7			2	
Городец			121	12	45	25	3	6	8	
Ивановское			123	10	50	28	2	6	9	
Березицы			16	1	3	8			1	
Паращи			22	2	6	10		1	1	
Бор	в		1210	45	125	80	7	10	80	
Кайвакса			157	16	75	45	4	7	11	
Шомушка			15	3	5	2			1	
Владычно			10	1	4	1				
Клинец			85	9	25	45	2	2	6	
Заручьевье			24	4	6	8			2	
Великая Нива			14	1	8	7			1	

Характеристики диффузных источников образования сточных вод заимствуются из учетно-статистических данных районных органов управления.

Сведения о среднегодовых и меженных расходах воды по замыкающим створам бассейнов, в которых расположены населенные пункты, охарактеризованные в таблице 21, приводятся в таблице 22.

Таблица 22

Сведения о среднегодовых и меженных расходах воды по замыкающим створам бассейнов.

Бассейн-пункт	Среднегодовой расход, м <sup>3</sup> /сек	Меженный расход, м <sup>3</sup> /сек
Вариант 1. Ижора – д. Пудость	0,5	0,2
Вариант 2. Охта – д. Рапполово	0,45	0,18
Вариант 3. Тосна – д. Ушаки	1,2	0,4
Вариант 4. Тигода – д. Сельцо	0,35	0,15
Вариант 5. Коваша – с. Коваши	0,7	0,25
Вариант 6. Черная – д. Чирково (Киришский р-н)	1,0	0,3
Вариант 7. Янега – устье (Лодейнопольский р-н)	0,6	0,25
Вариант 8. Кондега – устье (Волховский р-н)	1,1	0,4
Вариант 9. Луненка – устье (Тихвинский р-н)	0,9	0,35
Вариант 10 Пчевжа – впад. р. Рапла (Новгородская обл.)	0,8	0,3
Вариант 11. Оскуя – устье (Новгородская обл.)	1,6	0,7
Вариант 12 Кусега – устье (Волховский р-н)	0,45	0,2
Вариант 13 Валгомка – устье (Волховский р-н)	0,85	0,4
Вариант 14 Ащина – устье (Лодейнопольский р-н)	0,65	0,3
Вариант 15 Равань – устье (Тосненский р-н)	1,2	0,5

Вариант 16 Ящера – массив Мшинское (Лужский р-н)	0,75	0,3
Вариант 17 Дымовка – оз. Лунное (Выборг. Р-н)	1,1	0,6
Вариант 18 Петровка – устье (Выборг. Р-н)	0,55	0,2
Вариант 19 Михайловка – оз. Губановское (Выборг. Р-н)	0,7	0,3
Вариант 20 Славянка – устье (Выборг. Р-н)	0,5	0,2
Вариант 21 Дымакарка (Сланцев. р-н)	0,3	0,15
Вариант 22 Елошня (Волховский р-н)	0,4	0,15
Вариант 23 Вьюн (Приозерский р-н)	0,7	0,3
Вариант 24 Сосновка (Приозерск. р-н)	0,5	0,2
Вариант 25 Рыбинка (Лужский р-н)	0,75	0,3
Вариант 26 Шомушка (Тихвин. Р-н)	1,2	0,5
Вариант 27 Клиненка (Тихвин. Р-н)	0,6	0,25

### **Задание и методика выполнения работы.**

1. Сделать выкопировку гидросети на карте масштаба 1:100000 – 1:200000, желательно с подписями названий рек. Карты можно найти, например, здесь: <http://maps.vlasenko.net/soviet-military-topographic-map/map100k.html>

2. Выделить границы водосборных бассейнов третьего порядка и межбассейновых пространств.

3. Из таблиц 21 и 22 выписать показатели техногенной нагрузки и гидрологические характеристики по бассейнам.

4. По нормативам (таблица 20) определить объем отходящих сточных вод.

5. Рассчитать среднегодовые и меженные значения коэффициентов разбавления по одному из бассейнов (табл. 22).

**Пример выполнения задания.** Как можно определить по карте Удмуртской Республики масштаба 1:200000, в пределы бассейна р. Арлеть (створ д. Чашкагурт) входят следующие населенные пункты: Мугло, Вутно, Гобгурт, Аяшур, Стар. Монья, Чашкагурт. В д. Гобгурт имеется водопровод; в остальных населенных пунктах водопровода и канализации нет. Население д. Гобгурт – 470 человек; остальных населенных пунктов, не оборудованных водопроводом и канализацией – 313 человек. Согласно табл. 19 объем коммунально-бытовых сточных вод по д. Гобгурт – 10340 м<sup>3</sup>/год; по остальным населенным пунктам – 1721,5 м<sup>3</sup>/год; итого 12061,5 м<sup>3</sup>/год. Общее количество КРС и свиней - 3922; овец и коз - 867. Согласно табл. 19, объем сточных вод от животноводства – 43388 м<sup>3</sup>/год. Общее число тракторов - 15, грузовых автомобилей - 33, легковых автомобилей - 27. Согласно табл. 19, объем сточных вод от обслуживания техники – 5493 м<sup>3</sup>/год. Итого объем сточных вод от всех источников 59171 м<sup>3</sup>/год. Среднегодовой расход 0,5 м<sup>3</sup>/сек; средний меженный – 0,06 м<sup>3</sup>/сек.

Среднегодовой коэффициент разбавления определяем через годовой сток. Годовой сток воды составляет: 0,5 м<sup>3</sup>/сек (среднегодовой расход) \* 60 сек. \* 60 мин. 24 часа \* 365 сут. = 15768000 м<sup>3</sup>/год. Тогда среднегодовой коэффициент разбавления составит: 59171 м<sup>3</sup>/год : 15768000 м<sup>3</sup>/год ≈ 0,00375. Меженный коэффициент разбавлений определяем через расход сточных вод, в м<sup>3</sup>/сек. Для этого годовое количество сточных вод делим на число секунд в году: 59171 м<sup>3</sup>/год: 31536000 сек/год ≈ 0,00188 м<sup>3</sup>/сек. Тогда меженный коэффициент разбавления составит: 0,00188 м<sup>3</sup>/сек.: 0,06 м<sup>3</sup>/сек. ≈ 0,031. Из сопоставления расчетных характеристик загрязнения с материалами мониторинга следует, что при таких значениях КР (порядка 10<sup>-3</sup> в годовом исчислении и 10<sup>-2</sup> в летнюю межень) на данной реке вероятны устойчивые превышения ПДК по БПК и нефтепродуктам.



## РАБОТА 4

### РАСЧЕТ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Среди современных экологических проблем не последнее место занимает проблема загрязнения атмосферного воздуха вообще и крупных промышленных городов, в частности. Результаты многочисленных медико-биологических исследований показали, что качество и состав воздуха непосредственно влияют на физическое и психическое здоровье людей. Большое число выбросов промышленных предприятий, рост количества автомобилей способствуют накоплению в приземном слое воздуха крупных промышленных городов вредных для здоровья человека веществ. Однако, атмосфера обладает способностью к самоочищению, интенсивность которого в разное время года определяется метеоусловиями: характером и скоростью движения воздуха, скоростью осаждения и трансформации загрязняющих веществ, давлением, температурой, количеством атмосферных осадков и т.д.

В качестве комплексной оценки метеорологических условий, способствующих загрязнению атмосферы, особенно от низких источников, используют потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА). Величина ПЗА отражает повторяемость неблагоприятных метеоусловий (НМУ): мощность и интенсивность температурных инверсий, застоев воздуха, слабых ветров, туманов. Высоким ПЗА обычно соответствуют метеоусловия, при которых создаются наибольшие концентрации примесей загрязняющих веществ. Относительный показатель ПЗА показывает, во сколько раз средний уровень загрязнения воздуха в конкретном районе, определяемый реальной повторяемостью метеоусловий, будет выше, чем в некотором условном районе с оптимальными условиями рассеяния.

Из-за внутри- и межгодовых изменений состояния атмосферы принято различать соответственно метеорологический и климатический ПЗА. Первый создается на относительно короткое время при неблагоприятных метеоусловиях, второй отражает повторяемость и степень выраженности НМУ.

Методика расчета ПЗА была разработана в Государственной геофизической обсерватории им. Воейкова (Санкт-Петербург). Для оценки ПЗА необходимо знать повторяемость в данном районе приземных инверсий, слабых ветров, застоев воздуха и туманов; эти данные получают на ограниченном числе пунктов. Для расчета соотношения процессов, определяющих накопление вредных примесей и самоочищение атмосферы, используется метеорологический ПЗА, который вычисляется по следующей формуле:

$$\text{МПЗА} = (P_{\text{ш}} + P_{\text{т}})/(P_{\text{о}} + P_{\text{в}}),$$

где:  $P_{\text{ш}}$  – повторяемость скорости ветра 0-1 м/с;  $P_{\text{т}}$  – повторяемость дней с туманом;  $P_{\text{о}}$  – повторяемость дней с осадками до 0,5 мм включительно;  $P_{\text{в}}$  – повторяемость скорости ветра 6 м/с и более. Все количественные данные должны быть представлены в % от общего числа случаев. Параметры, входящие в показатель МПЗА, рассчитываются по данным наблюдений на метеостанциях. Числитель в формуле характеризует процессы, способствующие накоплению примесей, а знаменатель – их рассеивание. При значении МПЗА ниже 1 преобладают процессы, обуславливающие рассеивание; МПЗА, превышающий 1, свидетельствует о преобладании процессов, способствующих накоплению примесей в атмосфере.

**Составление карты потенциала загрязнения атмосферы.** Цель работы - освоить анализ пространственной изменчивости потенциала загрязнения атмосферы.

**Материалы для работы:**

*Данные наблюдений на метеостанциях.*

Выборг

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	22,0	12,9	44,2	20,9
II	23,2	17,7	42,8	17,7
III	28,0	16,1	27,6	16,4
IV	24,5	20,0	32,3	14,7
V	21,9	9,7	31,6	18,7
VI	16,0	2,7	36,0	22,8
VII	21,4	3,2	35,8	17,0
VIII	25,5	6,5	41,2	17,1
IX	27,6	16,7	43,3	16,8
X	26,4	16,1	44,8	22,4
XI	20,4	16,7	47,7	17,2
XII	18,9	16,1	45,2	20,1
Год	23,0	12,9	39,7	18,5

Санкт-Петербург

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	22,9	9,7	40,0	15,7
II	25,2	14,0	40,0	12,2
III	32,7	12,9	29,0	12,9
IV	31,1	7,0	31,3	11,0
V	29,9	3,2	31,9	9,4
VI	28,1	1,7	37,0	9,8
VII	35,7	1,6	36,5	8,2
VIII	39,8	3,2	41,0	7,4
IX	33,5	10,0	42,7	9,3
X	24,5	9,7	41,6	12,8
XI	20,8	10,0	43,0	13,2
XII	22,9	12,9	42,2	19,9
Год	29,0	7,9	38,0	11,5

Николаевское

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	14,8	6,5	38,7	23,7
II	17,4	10,5	37,5	22,2
III	22,3	9,7	31,6	22,2
IV	22,8	10,0	32,0	16,1
V	18,8	3,2	32,9	14,8
VI	19,3	2,3	40,0	11,7
VII	24,3	6,5	40,6	8,9
VIII	27,3	12,9	41,6	10,5
IX	25,4	16,7	42,7	11,2
X	14,8	19,4	41,3	18,3
XI	11,4	20,0	43,3	22,4
XII	14,0	16,1	42,2	20,6
Год	19,4	11,2	38,6	16,9

Новая Ладога

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	18,0	9,7	39,7	31,5
II	18,7	10,5	37,9	29,4
III	21,6	9,7	29,7	27,7
IV	19,2	13,3	30,7	25,3
V	16,4	6,5	31,9	28,2
VI	15,3	3,3	35,0	26,2
VII	18,6	6,5	35,5	20,6
VIII	21,2	12,9	40,3	20,0
IX	15,6	16,7	44,3	25,9
X	12,6	12,9	43,5	33,6
XI	9,9	13,3	45,7	34,3
XII	15,2	16,1	44,2	35,0
Год	16,9	11,0	38,3	28,0

Свирица

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	24,3	9,7	44,5	31,4
II	23,3	10,5	43,2	29,9
III	26,7	12,9	33,9	27,2
IV	27,2	13,3	33,7	23,2
V	22,5	6,5	30,0	27,5
VI	22,6	6,7	34,0	27,6
VII	27,0	12,9	33,5	21,3
VIII	31,5	19,4	38,1	19,4
IX	29,0	20,0	44,0	26,5

Вознесенье

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	26,5	9,7	38,4	20,7
II	26,9	10,5	37,5	21,4
III	30,6	12,9	30,6	20,1
IV	31,4	6,7	29,3	15,2
V	29,4	6,5	31,3	15,6
VI	27,7	3,3	40,0	14,5
VII	33,0	6,5	36,1	10,6
VIII	36,8	12,9	38,7	9,0
IX	32,2	10,0	46,3	14,5

Х	20,3	9,7	45,8	33,5
ХІ	14,5	10,0	49,0	37,9
ХІІ	18,2	12,9	46,1	35,5
Год	23,9	12,0	39,7	28,5

Х	23,0	6,5	45,5	19,6
ХІ	19,0	6,7	44,3	22,7
ХІІ	22,9	6,5	41,9	18,0
Год	28,3	8,2	38,3	17,2

#### Тихвин

Месяцы, год	Р <sub>ш</sub>	Р <sub>т</sub>	Р <sub>о</sub>	Р <sub>в</sub>
I	20,7	6,5	40,6	30,1
II	22,3	7,1	40,0	28,2
III	26,3	6,5	31,9	25,3
IV	23,2	6,7	35,0	24,3
V	24,1	3,2	31,9	23,5
VI	22,5	6,7	35,0	21,1
VII	30,4	9,7	39,4	14,0
VIII	32,9	19,4	40,0	13,8
IX	29,4	20,0	45,7	17,5
X	21,8	12,9	46,8	22,5
XI	14,7	10,0	45,3	28,3
XII	17,5	9,7	44,5	30,4
Год	23,9	9,9	40,0	23,4

#### Олонец

Месяцы, год	Р <sub>ш</sub>	Р <sub>т</sub>	Р <sub>о</sub>	Р <sub>в</sub>
I	24,1	12,9	41,6	29,4
II	23,5	14,0	40,0	29,7
III	29,0	16,1	28,4	24,6
IV	24,7	16,7	32,3	21,8
V	25,3	6,5	31,9	21,9
VI	25,4	6,7	31,3	22,7
VII	29,6	12,9	33,2	15,8
VIII	34,4	16,1	39,0	14,2
IX	28,6	16,7	43,7	19,7
X	22,6	12,9	46,8	27,2
XI	16,1	13,3	50,0	31,0
XII	18,3	12,9	44,8	32,7
Год	25,3	13,1	38,6	24,1

#### Верёбье

Месяцы, год	Р <sub>ш</sub>	Р <sub>т</sub>	Р <sub>о</sub>	Р <sub>в</sub>
I	24,2	12,9	50,6	13,8
II	23,2	10,5	45,7	14,6
III	26,7	10,5	41,0	13,6
IV	24,4	10,0	37,3	11,8
V	25,1	3,2	35,5	11,0
VI	26,7	6,7	45,3	9,3
VII	29,8	9,7	40,3	5,5
VIII	33,4	16,1	44,2	6,7
IX	30,5	20,0	45,3	9,3
X	21,8	22,6	50,0	13,0
XI	18,3	20,0	52,0	15,6
XII	22,3	16,1	50,6	17,3
Год	25,6	13,1	44,9	11,7

#### Хвойная

Месяцы, год	Р <sub>ш</sub>	Р <sub>т</sub>	Р <sub>о</sub>	Р <sub>в</sub>
I	36,2	9,7	43,5	12,1
II	35,7	7,0	42,1	14,7
III	38,3	6,5	35,2	13,3
IV	37,5	6,7	33,3	11,2
V	35,7	3,2	34,8	11,2
VI	34,9	2,3	39,7	9,3
VII	41,1	6,5	40,3	7,4
VIII	45,3	12,9	39,4	7,3
IX	43,4	16,7	43,0	8,6
X	33,6	12,9	43,9	12,5
XI	28,1	13,3	41,7	14,1
XII	30,8	12,9	44,5	14,4
Год	36,7	9,3	40,2	11,4

#### Гдов

Месяцы, год	Р <sub>ш</sub>	Р <sub>т</sub>	Р <sub>о</sub>	Р <sub>в</sub>
I	13,2	16,1	39,0	29,9
II	17,9	17,5	35,4	36,5
III	20,4	16,1	28,7	28,1
IV	18,3	13,3	32,0	26,3
V	16,8	6,5	29,0	24,6

#### Стар. Гарколово

Месяцы, год	Р <sub>ш</sub>	Р <sub>т</sub>	Р <sub>о</sub>	Р <sub>в</sub>
I	19,6	1,6	41,3	31,6
II	20,5	3,9	37,5	28,4
III	24,6	5,8	28,4	28,4
IV	26,6	9,3	32,0	22,2
V	23,7	7,4	29,4	22,8

VI	18,5	1,3	36,7	26,4
VII	19,7	3,2	38,1	23,9
VIII	22,0	6,5	41,3	25,3
IX	15,9	13,3	40,3	33,5
X	12,5	12,9	40,6	41,0
XI	7,8	16,7	43,7	47,4
XII	10,0	16,1	39,7	43,9
Год	16,1	11,5	37,0	33,0

VI	19,2	1,7	34,3	22,8
VII	26,5	1,6	34,2	17,5
VIII	25,8	2,6	37,4	19,3
IX	20,1	6,3	42,7	24,2
X	14,1	5,2	47,4	33,9
XI	11,5	2,0	46,0	36,1
XII	14,9	3,9	40,6	36,7
Год	20,6	3,9	37,5	27,1

#### Псков

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	18,4	12,9	35,8	17,5
II	17,8	14,0	36,1	20,4
III	16,6	12,9	30,6	20,2
IV	20,3	10,0	32,3	16,8
V	17,5	3,2	30,3	12,4
VI	24,0	3,0	37,3	9,1
VII	27,5	6,5	39,0	9,0
VIII	28,8	9,7	37,7	5,9
IX	22,4	16,7	41,0	13,0
X	15,0	16,1	39,7	16,3
XI	12,2	16,7	42,7	19,5
XII	15,8	16,1	39,7	19,9
Год	19,7	11,5	36,7	14,9

#### Старая Русса

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	14,3	8,1	34,2	17,5
II	16,5	14,6	35,0	17,8
III	18,8	8,7	28,4	14,5
IV	21,6	10,0	30,3	14,6
V	22,7	3,5	31,3	13,8
VI	22,8	2,7	35,3	14,1
VII	28,9	7,7	37,7	9,2
VIII	30,7	11,3	39,7	9,1
IX	25,5	15,7	38,7	11,5
X	17,8	11,9	36,8	15,2
XI	11,4	10,0	38,3	20,0
XII	13,7	14,5	36,1	18,9
Год	20,4	9,9	35,1	14,6

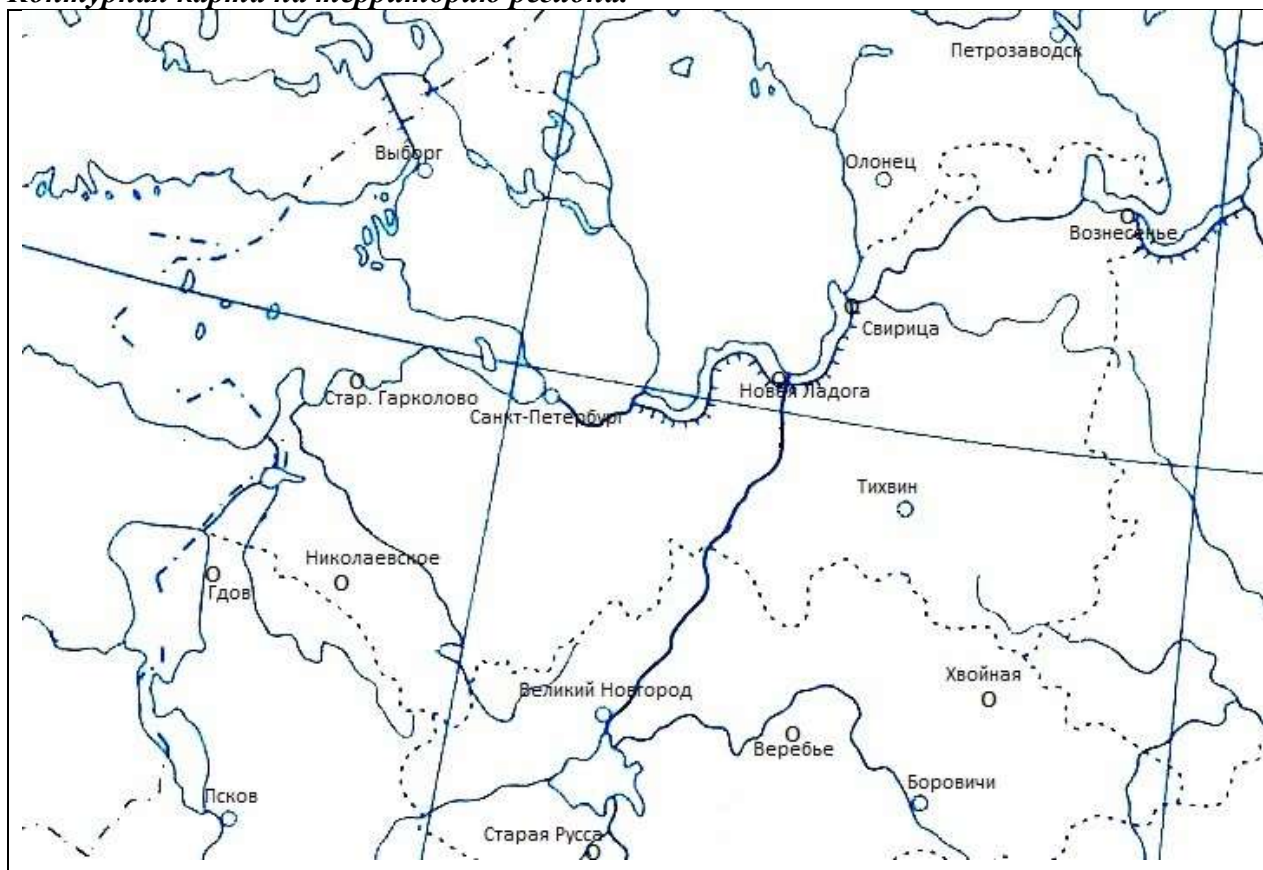
#### Петрозаводск

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	20,5	6,5	41,3	19,9
II	17,8	7,1	39,2	19,1
III	13,1	9,7	35,2	19,9
IV	12,8	13,3	35,3	15,2
V	11,8	9,7	30,3	12,0
VI	14,6	6,7	34,3	7,7
VII	17,9	6,5	37,4	4,6
VIII	15,0	6,5	41,3	6,8
IX	12,7	13,3	43,3	8,9
X	11,2	9,7	44,2	17,4
XI	10,2	10,0	47,3	19,9
XII	10,8	6,5	45,5	21,6
Год	14,0	8,8	39,5	14,4

#### Боровичи

Месяцы, год	P <sub>ш</sub>	P <sub>т</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>в</sub>
I	23,9	7,7	36,8	11,4
II	24,1	7,9	36,4	13,1
III	29,3	8,7	30,6	11,7
IV	27,6	7,0	31,0	10,4
V	25,7	4,8	31,9	11,1
VI	26,5	6,7	39,3	10,2
VII	33,8	8,1	37,4	6,6
VIII	36,6	14,5	39,7	5,9
IX	32,8	15,0	41,3	8,5
X	24,4	8,7	41,3	11,3
XI	17,9	7,0	39,0	13,5
XII	23,2	8,4	36,5	12,5
Год	27,2	9,0	36,7	10,5

*Контурная карта на территорию региона.*



### Пример выполнения задания.

Расчет значений МПЗА за декабрь и построение изолинейной карты. Результаты расчета представлены в таблице 35. Карта по результатам расчета – рис. 9.

Таблица 35

Результаты расчета значений МПЗА по средним многолетним за летний период, с июня по август (пример)

Метеостанции	$P_{ш}$	$P_{т}$	$P_{о}$	$P_{в}$	МПЗА
Выборг	21,0	4,1	37,7	19	0,44
Санкт-Петербург	34,5	2,2	38,2	8,5	0,79
Стар. Гарколово	23,8	2	35,3	19,9	0,47
Гдов	20,1	3,7	38,7	25,2	0,37
Николаевское	23,6	7,2	40,7	10,4	0,60
Новая Ладога	18,4	7,6	36,9	22,3	0,44
Свирица	27,0	13,0	35,2	22,8	0,53
Вознесенье	32,5	7,6	38,3	11,4	0,81
Тихвин	28,6	11,9	38,1	16,3	0,74
Петрозаводск	15,8	6,6	37,7	6,4	0,51
Олонец	29,8	11,9	34,5	17,6	0,80
Веребье	30,0	10,8	43,3	7,2	0,81
Хвойная	40,4	7,2	39,8	8,0	0,99
Псков	26,8	6,4	38	8	0,72
Старая Русса	27,5	7,2	37,6	10,8	0,72
Боровичи	32,3	9,8	38,5	7,6	0,91

Картографическое представление результатов выполнено на рис. 15.

**Анализ результатов.** Как видно из карты (рис. 15), значения МПЗА увеличиваются с северо-запада на юго-восток, по мере увеличения степени континентальности климата. Как можно видеть из представленных в таблице данных, это происходит за счет увеличения повторяемости штилей и туманов, тогда как повторяемость осадков в этом направлении уменьшается в меньшей степени. Крупные озера по характеру влияния на климат и, через него, на МПЗА аналогичны морским акваториям. Также следует отметить повышенное значение МПЗА в Санкт-Петербурге, где в силу особенностей городского микроклимата уменьшена в сравнении с окрестностями повторяемость сильных ветров и увеличена повторяемость штилей.

С практической точки зрения, построение подобных изображений дает возможность приближенно определять значения МПЗА методом интерполяции в населенных пунктах, не обеспеченных метеостанциями.

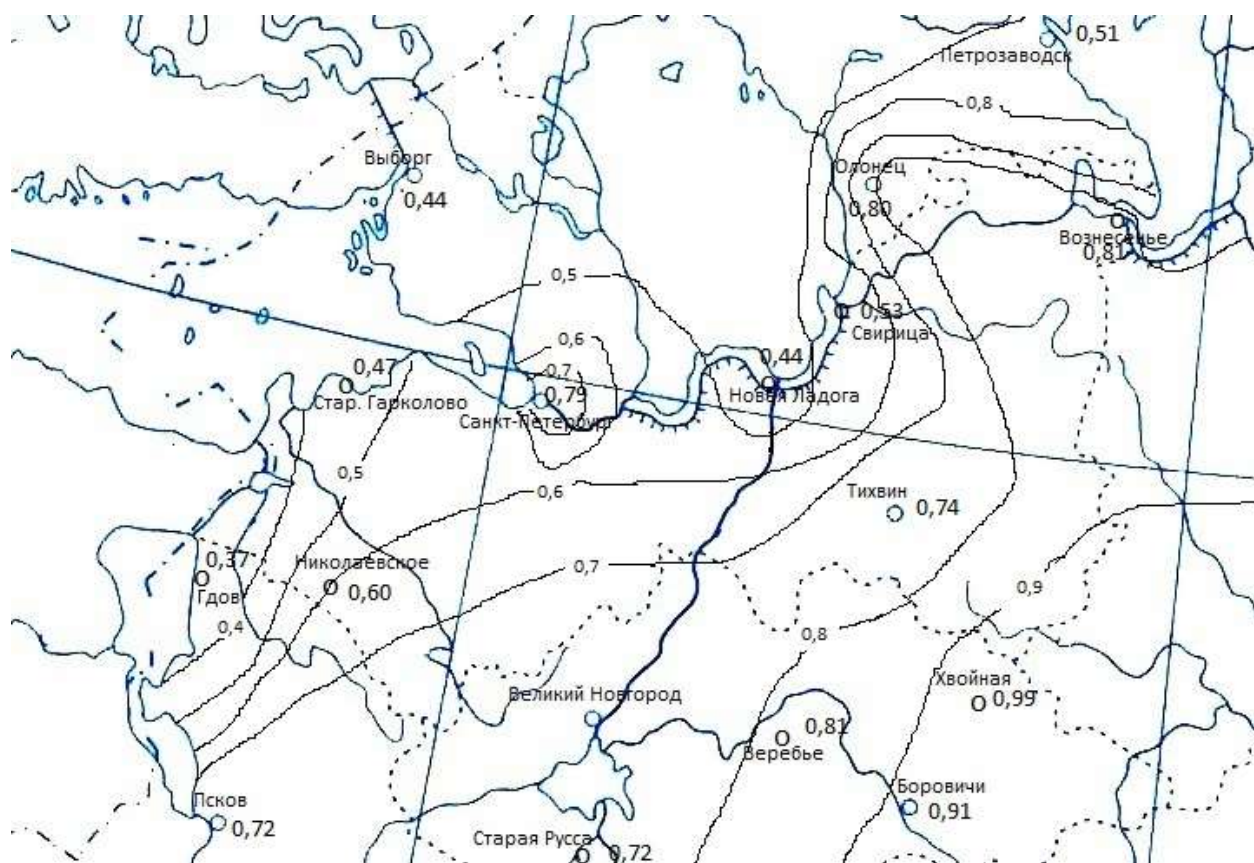


Рис. 15

## РАБОТА 5

### РАЗРАБОТКА ЛЕГЕНД КАРТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ.

#### **Задание.**

Выбрать способы изображения для одной из указанных ниже экологических карт, дать краткое обоснование избранных способов и разработать систему условных обозначений. Результат работы: оформленная с хорошим графическим качеством легенда и краткий текст с обоснованием выбора СКИ.

#### **Варианты типовых учебных заданий:**

##### **ВАРИАНТ 1**

Эколого-геоморфологическая карта района нефтедобычи. Содержание карты:

- 1) Геолого-стратиграфические комплексы поверхностных отложений:
  - выходы коренных пород татарского яруса верхней перми ( $P_{2t}$ );
  - среднечетвертичные современные элювиально-делювиальные отложения ( $edQ_{II-IV}$ );
  - средне-верхнечетвертичные делювиально-солифлюкционные отложения ( $dsQ_{II-III}$ );
  - верхнечетвертичные-современные делювиальные отложения ( $dQ_{III-IV}$ );
  - верхнечетвертичные аллювиальные отложения ( $aQ_{III}$ );
  - современные аллювиальные отложения ( $aQ_{IV}$ );
  - современные пролювиально-аллювиальные отложения ( $paQ_{IV}$ ).
- 2) Элементы морфоскульптуры:
  - структурные террасы;
  - перегибы, приводящие к увеличению скорости крипа;
  - перегибы, приводящие к значительному увеличению скорости крипа;
  - направления стока на участках нефтяного загрязнения донных отложений.

Для справки. Крип- смещение верхнего слоя грунтов на склонах под воздействием периодически изменений объема вследствие колебаний температуры и увлажнения.

##### **ВАРИАНТ 2**

Карта оценки экологического состояния лесов. Содержание карты:

- 1) Контуры лесов
- 2) Районирование по пяти лесообразующим породам: ель, сосна, береза, ольха серая, тополь.
- 3) Таксономическая нумерация в соответствии с лесохозяйственным устройством территории: номера кварталов ГЛФ (Государственного лесного фонда), номера кварталов регионального управления лесами, номера кварталов межлесхозных насаждений.
- 4) Степень угнетенности леса по четырем категориям:
  - здоровые леса;
  - ослабленные (поврежденные);
  - сильно ослабленные (сильно поврежденные);
  - отмирающие;
  - сухостой.
- 5) Особо охраняемые лесные территории: заказники, заповедники.
- 6) Места промышленных и несанкционированных вырубок, гарей.

##### **ВАРИАНТ 3**

Почвенно-экологическая карта. Содержание карты:

- 1) Распространение генетических типов почв.
- 2) Распространение комплексов и сочетаний почв.
- 3) Овражно-балочная сеть: промоины, растущие овраги, зрелые овраги, балки.
- 4) Основные структурные линии рельефа: уступы, бровки, подошвы склонов.



5) Степень эродированности почв по четырем категориям: сильная, средняя, слабая, защищенные (неэродированные) почвы.

#### ВАРИАНТ 4

Комплексная экологическая карта. Содержание карты:

1) Среднегодовые фоновые индексы загрязнения атмосферы (ИЗА)  
2) Коэффициенты разбавления (отношение суммарных объемов сточных вод к стоку воды на соответствующих участках рек в летнюю межень).

3) Классы вод по многолетним данным мониторинга (определенные в пунктах постоянного наблюдения за водотоками): умеренно загрязненные, загрязненные.

4) Использование земель: залесенные территории, сельскохозяйственные земли, селитебные земли.

5) Особо охраняемые природные территории и их номера по списку.

#### ВАРИАНТ 5

Карта загрязнения атмосферы развитого в промышленном отношении региона, имеющего собственное административное деление. Содержание карты:

1) Местоположение основных загрязняющих предприятий с указанием названия. Обеспеченность предприятий очистными сооружениями. Класс опасности предприятий.

2) Общее количество выбросов в тыс. тонн по административным районам, степень их очистки (в % к общему количеству). Виды выбрасываемых веществ (СО, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, углеводороды, твердые, прочие).

3) Комплексный индекс загрязнения атмосферы по региону в целом. Шестиступенчатая шкала: менее 0,06; 0,06-0,07; 0,07-0,08; 0,08-0,09; 0,9-0,10; 0,10 и более.

#### ВАРИАНТ 6

Карта экологической оценки состояния вод крупного региона, имеющего собственное административное деление. Содержание карты:

1) Местоположение основных загрязняющих промышленных и сельскохозяйственных предприятий с указанием названия. Обеспеченность предприятий очистными сооружениями. Класс опасности предприятий.

2) Общее количество сбросов в млн.м<sup>3</sup> по административным районам. Степень очистки сбросов (в % к общему количеству). Классы сбрасываемых стоков: без очистки, недостаточно очищенные, нормативно очищенные, нормативно чистые без очистки.

3) Коэффициенты разбавления (отношение суммарных объемов сточных вод к стоку воды на соответствующих участках рек в летнюю межень) по речным бассейнам третьего порядка.

#### ВАРИАНТ 7

Ландшафты и оценки экологических ситуаций. Карта составляется на относительно крупный регион. Содержание карты:

1) Виды ландшафтов (пяти категорий).

2) Комплексные оценки экологических ситуаций: относительно благоприятные, удовлетворительные, умеренно напряженные, напряженные, умеренно напряженные в городах, напряженные в городах.

3) Источники повышенной экологической опасности: действующие АЭС, места проведения подземных ядерных взрывов, ядерные полигоны, месторождения урана и предприятия по его первичной переработке.

#### ВАРИАНТ 8

Современные экологические изменения поверхностных вод суши. Содержание карты:

1) Экологическая ситуация по качеству вод: умеренно острая, острая, очень острая.

2) Сильное истощение вод.

3) Ареал истощения и загрязнения малых и средних рек.

4) Местоположение постоянных постов наблюдения за состоянием поверхностных вод. Классы вод по многолетним данным мониторинга.

#### ВАРИАНТ 9

Карта загрязнения почв тяжелыми металлами на крупный промышленный город.

Содержание карты:

1) Основные промышленные предприятия-загрязнители. Класс опасности предприятий.

2) Структура отходов промышленного производства (выбросы, сбросы, твердые отходы) по основным предприятиям-загрязнителям.

3) Шкала значений суммарных показателей ( $Z_c$ ) в фоновых концентрациях: допустимое (менее 8), повышенное (8-16), умеренно опасное (16-32), опасное (32-128), чрезвычайно опасное (более 128).

#### ВАРИАНТ 10

Карта радиационной обстановки на крупный промышленный город. Содержание карты:

1) Участки радиоактивного загрязнения: дезактивированные; не подлежащие дезактивации; связанные с выходами на дневную поверхность горных пород с повышенным содержанием естественных радионуклидов; связанные с естественными радионуклидами, содержащимися в гранитной облицовке набережных, памятников, зданий.

2) Значения мощности дозы гамма-излучения точечных (не выражающихся в масштабе) источников четырех категорий: 0-1000 мкР/ч, 1-10 мР/ч, 10-100 мР/ч, 100-1000 мР/ч.

3) Шкала мощности дозы гамма-излучения шестиступенчатая: 6-8, 8-10, 10-12, 12-16, 16-20, 20-25 (мкР/ч).

#### ВАРИАНТ 11

Медико-географическая карта крупного промышленного города. Содержание карты:

1) Местоположение детской поликлиники и ее номер.

2) Общая заболеваемость детей по территориям, обслуживаемым детскими поликлиниками, трехступенчатая шкала: 12 000-17 000, 17 000-20 000, 20 000-30 000.

3) Смертность детей до 1 года на 1 тыс. родившихся, три категории: 5,0-10,9; 11,0-16,4; 16,5-27,0.

#### ВАРИАНТ 12

Карта состояния зеленых насаждений крупного промышленного города. Содержание карты:

1) Размещение зеленых насаждений по территории города, три категории: участки насаждений, не выражающиеся в масштабе; защитные посадки вдоль дорог; лесопарковые зоны.

2) Состояние зеленых насаждений под воздействием городской среды: нормальное, почти нормальное (слабо подверженное влиянию городской среды); угнетенное в средней степени; угнетенное в сильной степени.

3) Неозелененные жилые и промышленные кварталы.

#### ВАРИАНТ 13

Ландшафтно-экологическая карта территории крупного города и его окрестностей.

Содержание карты:

1) Первичные ландшафты, «погребенные» под современной застройкой, семь категорий.

2) Сохранившиеся естественные ландшафты, пять категорий.

3) Лесопарковые зоны. Преобладающие лесобразующие древесные породы.

4) Территория города, подверженная наводнениям.

5) Болота, осушенные разрабатываемые и выработанные торфяники.

- б) Речные долины, сухие карстовые долины, карстовые воронки, дюны.

### **Указания к выполнению задания.**

При разработке условных обозначений следует учитывать тип их локализации, характер передаваемой информации и традиционные, уже устоявшиеся способы изображения подобных явлений. Полезно предварительно просмотреть карты близкой тематики, изданные в составах комплексных региональных атласов и отдельными листами, а также воспользоваться таблицей СКИ, приведенной в лабораторной работе 1.

Чаще всего на одной карте требуется показать несколько явлений одновременно. В таких случаях их следует проанализировать, выделив главные и второстепенные, и в легенде расположить их в последовательности убывания значимости. Естественно, для передачи основной информации рациональнее применять наиболее яркие, легко воспринимаемые способы, например качественный фон, изолинии с послойной окраской, картограммы. Однако, бывает и так, что главные элементы содержания карты не могут быть переданы с помощью площадных условных обозначений (фоновых окрасок или штриховок), для них требуются, например, немасштабные условные знаки (разные типы значков, диаграммные фигуры). В таких ситуациях оформление площадных элементов должны быть выполнены бледными цветовыми тонами.

### **Пример выполнения задания.**

#### **ВАРИАНТ**

Карта загрязненности водных объектов крупного города. Содержание карты:

1. Загрязненность рек по гидрохимическим показателям, шесть категорий: умеренно загрязненные, загрязненные, грязные, очень грязные, чрезвычайно грязные; реки, о состоянии которых отсутствуют данные.
2. Общее количество загрязненных сточных вод (тыс.м<sup>3</sup>/год), сбрасываемых в каждом административном районе города, пятиступенчатая шкала: до 100, от 100 до 1000, от 1000 до 10 000, от 10 000 до 100 000, более 100 000.
3. Предприятия, сбрасывающие основные объемы стоков.
4. Расстояния в км от устья водотока по течению рек.

При разработке легенды карты были предложены следующие способы: линейные знаки, картограмма и значки.

Реки имеют четкую линейную локализацию, поэтому для передачи их загрязненности по гидрохимическим показателям выбран способ линейных знаков: узкие полоски, расположенные вдоль русел рек. Для того, чтобы передать категорию загрязненности, можно использовать фоновую окраску (если карта будет издана в цветах) или штриховку (черно-белый вариант издания), или просто линии разных структур.

Так как для количественной характеристики сбрасываемых загрязненных сточных вод избраны осредненные показатели, рассчитанные для каждого административного района города, графически интерпретировать такую информацию можно с помощью способа картограмм: ровной фоновой окраски или штриховки (цветной или черно-белый вариант оформления соответственно) в пределах границ административных районов. Интенсивность цветового тона или штриховки должна возрастать в зависимости от значения передаваемого количественного показателя. Границы административных районов можно дать простейшим линейным контуром (способ линейных знаков).

Предприятия, сбрасывающие основные объемы стоков, логично изобразить немасштабным знаком (способ значков). Если подобных объектов много, целесообразно в качестве дополнительной информации к карте дать пронумерованный перечень подробных названий предприятий-загрязнителей. Логично предположить, что отдельные предприятия-гиганты (например, судостроительные или машиностроительные заводы) могут быть выражены в масштабе карты. В таком случае использовать немасштабный

знак нет необходимости, можно просто выделить площадь контура предприятия цветом, которым даны значки более мелких промышленных объектов.

Наконец, расстояния в км. от устья водотока естественно передать цифрой и пометить простейшим геометрическим знаком на русле реки, черточкой или точкой. Далее см. рис. 12.



Рис. 12. Пример условных обозначений к карте загрязненности водных объектов

## РАБОТА 6

**Цель работы** – освоение методики создания шумовой карты на основе расчетных данных.

### Материалы для работы.

1. Схематический план района города, прилегающего к учебному заведению.
2. Таблицы 37 - 44 настоящего пособия.
3. Калькуляторы, чертежные принадлежности.

### Задание

Работа выполняется группой студентов, проводящей одновременные наблюдения за транспортными потоками, дорожными условиями и характером застройки в намеченных точках района города, прилегающего к учебному заведению. Обработка результатов наблюдений проводится на основе методического руководства по расчету шумового загрязнения от автотранспорта в городских населенных пунктах [2]. Уровень шума в децибелах (дБ) определялся для условных точек, расположенных на расстоянии 7,5 м от оси движения, на высоте 1,2 м, по формуле:

$$L_A = L_{A1} + \Delta L_{\text{хар.потока}} + \Delta L_{\text{дорож.усл.}} + \Delta L_{\text{хар.застр.}} \text{ где:}$$

$L_A$  – величина расчетного эквивалентного уровня звука, определяемая по числу транспортных единиц в час;

$L_{A1}$  – исходная величина расчетного эквивалентного уровня звука [дБ], зависящая только от числа движения транспортных единиц; определяется по табл. 7.

$\Delta L_{\text{хар.потока}}$  – поправка, отражающая особенности характера транспортных потоков;

$\Delta L_{\text{дорож.усл.}}$  – поправка, учитывающая дорожные условия;

$\Delta L_{\text{хар.застр.}}$  - поправка, учитывающая характер застройки.

Методы определения исходной величины и поправок к ней излагаются ниже.

Таблица 37.

Расчетный эквивалентный уровень звука

Интенсивность, авт/час	60	100	200	300	500	700	900	100	150	200	300	400	500	1000
$L_{A7}$	69	70	72	73	74	75	75,5	76	77	77,5	78	79	80	81

$\Delta L_{\text{хар.потока}}$  – поправка, отражающая особенности характера транспортных потоков. Она состоит из суммы двух поправочных параметров, которые учитывают:

- особенность структуры транспортного потока (количество грузового и общественного транспорта в потоке, в т.ч. с карбюраторными и дизельными двигателями, количество трамваев в потоке);

- среднюю скорость потока. Поправки определяются согласно табл. 38 - 40.

Таблица 38.

Поправки на характер структуры транспортных потоков

Влияющий фактор	Возможные условия	Поправка, [дБ]
Количество грузового и общественного транспорта в потоке, с карбюраторными двигателями, %	7	-4
	20	-3
	33	-2
	47	-1
	60	0
	73	+1
	87	+2
	100	+3

Количество грузового и общественного транспорта в потоке, с дизельными двигателями, %	Менее 10	0
	10	+1
	20	+2
	30	+3
	40	+4
	50	+5

Таблица 39.

#### Поправки на участие трамваев в транспортном потоке

Количество трамваев в потоке, пар/час	Возможные условия	Поправка для трамваев типа «ТАТРА 5» [дБ]	Поправка для трамваев типа «МТВ 82» [дБ]
	Менее 10	0	0
	10	0	+1
	20	+1	+2
	30	+1	+3
	40	+2	+4
	50	+2	+5

Таблица 40.

#### Поправки на скорости транспортных потоков

Средняя скорость потока, км/час	Возможные условия	Поправка (более 50% грузовых автомобилей.)	Поправка (менее 50% грузовых автомобилей.)
	30	-2	-3
	33	-1	-2
	40	0	-1
	47	+1	0
	53	+2	+1
	60	+3	+2
	67	+4	+3
	73	+5	+4
	80	+6	+5
	100	+7	+6
	120	+8	+7

$\Delta L_{\text{Дорож.усл.}}$  – поправка, учитывающая дорожные условия. Состоит из суммы пяти поправочных параметров, которые учитывают:

- продольный уклон улицы, %;
- разделительную полосу между проезжими частями различной ширины, м ;
- тип дорожного покрытия при определенной средней скорости (асфальтобетон, бетон, брусчатка, булыжный камень);
- тип перекрестка (регулируемый или нерегулируемый);
- характер потока автотранспорта (одинаковой интенсивности и состава, различной интенсивности и состава).

Поправочные параметры определяются по таблицам 41 – 42.

Таблица 41.

#### Поправка на дорожные условия

Влияющий фактор	Возможные условия	Поправка, [дБ]
Продольный уклон улицы, %	0	0
	2	+1
	4	+2
	6	+3
	8	+4
Разделительная полоса между проезжими частями шириной, м	До 3	0
	3-7	-1
	7-15	-2
	15-30	-3

Перекресток с регулируемым движением		+3
Пересечение в разных уровнях	Потоки одинаковой интенсивности и состава	+3
	Потоки различной интенсивности и состава	+1; +2

Таблица 42.

Поправки на характер дорожного покрытия

Тип дорожного покрытия проезжей части при средней скорости, км/час	Асфальтобетон [дБ]	Бетон [дБ]	Брусчатка [дБ]	Булыжный камень [дБ]
40	0	+1	+1	+2
60	0	+2	+3	+5
80		+3	+5	+10

$\Delta L_{\text{хар.застр.}}$  – поправка, учитывающая характер застройки, которая в условиях города может быть:

- двусторонняя, при различной ширине улицы между линиями застройки с учетом изменения расстояния между домами

- односторонняя, при различном расстоянии между линией застройки и краем проезжей части с учетом изменения расстояния между домами.

Величины поправок на характер застройки определяются согласно таблице 43.

Таблица 43.

Поправки на застройку

Тип застройки	Расстояние между домами, поправка [дБ]			
	>30м	30 – 20 м	20-10 м	Менее 10 м
Двусторонняя, при ширине улицы между линиями застройки, м	Более 50	0	0	0
	50 – 40	+1	+1	+2
	40 – 30	+2	+2	+3
	30 – 20	+3	+3	+4
	20 – 10	+4	+5	+5
Односторонняя при расстоянии между линией застройки и проезжей части, м	Более 40	0	0	0
	40 – 25	0	0	+1
	25 – 12	+1	+1	+2
	12 - 6	+1	+1	+3

По результатам наблюдений, обработанным с помощью таблиц 37 – 43, вычисляются расчетные значения уровней шума для условных точек, расположенных на расстоянии 7,5 м от осей движения магистральных улиц, на высоте 1,2 м

Уровни звука на прилегающих к автомагистралям территориях, за пределами 7,5 метровой зоны, рассчитываются по другой формуле [6]:

$$L_{\text{Атерр}} = L_{\text{А}} - \Delta L_{\text{Арасст}} \quad [\text{дБ}], \text{ где:}$$

$L_{\text{А}}$  - расчетный уровень звука, создаваемый транспортным потоком в 7,5 м от магистрали, на высоте 1,2 м., с учетом поправок (табл. 37 – 43) [дБ];

$\Delta L_{\text{расст.}}$  – расчетное изменение эквивалентного уровня звуков транспортных потоков с увеличением расстояния от автомагистрали до расчетной точки, [дБ].

Параметр  $\Delta L_{\text{расст.}}$  представляет из себя сумму поправок:

- снижение уровней звука в идеальной неограниченной и непоглощающей среде за счет расхождения фронта звуковой волны с расстоянием;

- снижение уровня звука в атмосфере за счет поглощения и рассеивания звука в воздухе вследствие инерции масс молекул воды в воздухе, а также действия метеорологических факторов реальной среды;

- изменение уровня звука в приземном слое атмосферы за счет взаимодействия звуковой волны с поверхностным покровом грунта.

Приближенные значения для использования при составлении карты шумового загрязнения сведены в таблицу 44.

Таблица 44.

Изменения уровня шума с увеличением расстояния от автомагистрали

Начальный уровень шума, [дБ]	Уровни шума [дБ] на расстоянии [м]											
	25м	50м	75м	100м	125м	150м	175м	200м	225м	250м	275м	300м
83	78	75	73	71	70	69	68	67,5	67	66	65,7	65
79	74	71	69	67	66	65	64	63,5	63	62	61,7	61
78	73	70	68	66	65	64	63	62,5	62	61	60,7	60
77	72	69	67	65	64	63	62	61,5	61	60	59,7	59
75	70	67	65	63	62	61	60	59,5	59	58	57,7	57
73	68	65	63	61	60	59	58	57,5	57	56	55,7	55
70	65	62	60	58	57	56	55	54,5	54	53	52,7	52

Используя таблицу 44, следует определить уровни шума внутри кварталов, на расстояниях 25, 50, 100, 200 и 300 м от участков магистральных улиц, где проводились наблюдения. Результаты расчетов нанести на план района города, прилегающего к учебному заведению. Провести интерполяцию и вычертить карту в изолиниях.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России. 1995 г. / Под ред. Э.Ю. Безуглой. СПб, 1996. 302 с.
2. Методические рекомендации по расчету уровней шума транспортных потоков в условиях городской среды. Киев, 1981. 24 с.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Ч.1-6. Вып. 29. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 582 с.
4. Салищев К.А. Картоведение. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. 408 с.
5. Стурман В.И. Экологическое картографирование. Учебное пособие. М.: Аспект Пресс, 2003. 251 с.
6. Факторович А.А. Автотранспортный шум. М.: Мир, 1985.
7. Экологический атлас Санкт-Петербурга. СПб.: Изд-во Биомонитор, 1992. 10 л. карт.