

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

М.Ю. Глуховская, Т.А. Евстифеева

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА СРЕДЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Практикум

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Оренбург
2020

УДК 502.1(075.8)

ББК 20.1я73

Г55

Рецензент – доцент, кандидат технических наук О.В. Чекмарева

Глуховская, М.Ю.

Г55 Методы исследования качества среды урбанизированных территорий [Электронный ресурс] : практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование / М. Ю. Глуховская, Т. А. Евстифеева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2020. - 102 с- Загл. с тит. экрана.
ISBN 978-5-7410-2497-3

Практикум рекомендован для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, изучающих дисциплины «Методы экологических исследований».

Практикум предназначен для выполнения практических занятий и курсовой работы по дисциплине «Методы экологических исследований». Состоит из семи разделов. В конце каждого раздела представлены контрольные вопросы для самопроверки и список рекомендуемых источников.

Содержание практикума соответствует рабочей программе по дисциплине.

Для самостоятельной работы обучающихся в пособии отдельным параграфом представлены ссылки на официальные сайты международных и российских организаций по защите окружающей среды и отражающие результаты экологических исследований.

УДК 502.1(075.8)

ББК 20.1я73

ISBN 978-5-7410-2497-3

© Глуховская, М.Ю.,
Евстифеева Т.А., 2020

© ОГУ, 2020

Содержание

1	Практическое занятие № 1 Оценка уровня загрязнения компонентов окружающей среды промышленно-развитых территорий	5
1.1	Общие положения.....	5
1.2	Инструментарий оценки уровня загрязнения атмосферы	7
1.3	Контрольные вопросы	14
1.4	Список рекомендуемых источников.....	15
2	Практическое занятие №2 Обоснование размеров санитарно-защитных зон предприятий и иных объектов городской инфраструктуры.....	17
2.1	Общие положения	18
2.2	Практическая часть.....	25
2.3	Контрольные вопросы	27
2.4	Список рекомендуемых источников.....	28
3	Практическое занятие № 3 Расчет индекса загрязнения атмосферы	29
3.1	Общие положения.....	29
3.2	Исходные данные для расчета.....	31
3.3	Пример расчета ИЗА по данным о средних концентрациях примесей	51
3.4	Контрольные вопросы	53
3.5	Список рекомендуемых источников.....	53
4	Практическое занятие № 4 Ознакомление с программой Sasplanet. Картографическое нанесение СЗЗ промышленных объектов с использованием программы SAS Planet	55
4.1	Характеристика программы.....	55
4.2	Установка и настройка программы Sasplanet	56
4.3	Обзор панели инструментов	56
4.4	Контрольные вопросы	64
4.5	Список рекомендуемых источников.....	65
5	Практическое занятие № 5 Анализ природного потенциала загрязнения атмосферы	66
5.1	Общие положения.....	66
5.2	Метеорологические условия загрязнения воздуха.....	68
5.3	Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы.....	70
5.4	Исходные данные для расчета.....	73
5.5	Контрольные вопросы	83

5.6	Список рекомендуемых источников.....	83
6	Практическое занятие № 6 Анализ устойчивости урбанизированных территорий (на примере отдельного города РФ).....	85
6.1	Общие положения.....	85
6.2	Методика расчета экологической устойчивости территории	89
6.3	Образец заполнения задания	93
6.4	Контрольные вопросы	95
6.5	Список рекомендуемых источников.....	96
7	Методические рекомендации к выполнению курсовой работы	98

1 Практическое занятие № 1 Оценка уровня загрязнения компонентов окружающей среды промышленно-развитых территорий

Цель занятия: ознакомление с основными методами оценки уровня загрязнения воздушного бассейна урбанизированных территорий

Задачи работы:

- 1) изучить методику оценки опасности химического загрязнения воздушной среды путем расчёта индекса загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА);
- 2) произвести ранжирование величины ИЗА;
- 3) ознакомиться с механизмом определения коэффициента самоочищения атмосферы (К), с учетом повторяемости условий, приводящих к накоплению вредных примесей в атмосфере;
- 4) в зависимости от значения коэффициента самоочищения охарактеризовать условия состояния воздушной среды исследуемых районов;
- 5) определить зависимость уровня загрязнения от характерных для определенных территорий метеорологических условий, определяющих перенос, рассеивание примесей, химические превращения и вымывание примесей из атмосферы осадками.

1.1 Общие положения

Количественная оценка уровня загрязнения воздушного бассейна определяется через концентрацию примесей в атмосфере. Концентрация примесей крайне изменчива во времени и пространстве и зависит не только от непосредственного количества выбросов в результате хозяйственной

деятельности человека. Качество воздуха урбанизированных территорий формируется в результате сложного взаимодействия природных и антропогенных факторов. Информация об уровнях загрязнения атмосферного воздуха и его динамике в целом по стране обычно публикуется в Ежегодниках состояния загрязнения воздуха на территории городов России, помещается ежегодно на сайте ГУ «ГГО» www.mgo.rssi.ru и содержится в Обзорах загрязнения природной среды в Российской Федерации.

Основные данные и выводы о состоянии загрязнения атмосферного воздуха в городах включаются также в ежегодный Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации.

Сеть мониторинга загрязнения атмосферы в крупнейших городах России включает 35 городов, в которых работает 234 станции с регулярными наблюдениями Росгидромета. К крупнейшим, относятся города, где численность населения составляет более 500 тыс. человек.

В России наблюдения за уровнем загрязнения воздуха в городах проводятся Государственной службой по Гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с 1960-х годов. В городах организованы стационарные пункты наблюдений за концентрациями в воздухе токсических веществ. В большинстве случаев количество пунктов составляет от 4 до 10. В 1979 г. главной геофизической обсерваторией разработаны методические указания по прогнозу загрязнения воздуха в городах.

Предпосылками для разработки методов прогнозирования загрязнения воздуха явились результаты теоретических и экспериментальных работ М.Е.Берленда, И.И. Соломатина, Р.И.Оникул, Б.В.Горошко, Р.Л. Сонькина, Э.Ю.Безуглый и др. Выполненные исследования определили разработку двух видов оценок загрязнения воздуха. Первый вид – загрязнение воздуха от отдельных источников загрязнения, другой – в целом по городу. Отдельные источники загрязнения создают очаговое поле высоких концентраций вредных выбросов. Второй вид – загрязнение в целом по городу, возникающее вследствие перемешивания выбросов от многих источников загрязнения,

формируют под влиянием метеоусловий фоновое загрязнение воздуха над городом.

Таким образом, несмотря на то, что атмосфера имеет огромные резервы самоочищения, данные процессы являются не беспредельными, создавая высокий уровень загрязнения воздушного бассейна.

1.2 Инструментарий оценки уровня загрязнения атмосферы

Оценка уровня загрязнения атмосферы в настоящее время выражается отношением концентрации примеси путем сравнения ее с гигиеническими нормативами. Данное отношение обозначается индексом загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА). Определение величины ИЗА осуществляется по формуле:

$$I_s = \sum_{i=1}^n I_i \quad (1.1)$$
$$I_i = \sum \left(\frac{q_i}{\text{ПДК}_i} \right)^m$$

где I_s – суммарный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА);

I_i – парциальный индекс загрязнения атмосферы;

q_i – средняя за год концентрация i -го вещества, мг/м³;

ПДК_i – предельно-допустимая концентрация i -го вещества (среднесуточная, в случае отсутствия используется максимально-разовая, в случае отсутствия норматива ПДК используется значение ОБУВ);

m – коэффициент, зависящий от степени опасности вещества, который равен 0,85, 1,0, 1,3 и 1,5 соответственно для 4, 3, 2 и 1 классов опасности.

Таким образом, ИЗА представляет собой сумму деленных на ПДК_{сс.і} (ПДК_{м.р} или ОБУВ) средних за месяц, сезон, год концентраций q_i обычно пяти веществ, приведенных к величине концентрации диоксида серы в долях ПДК.

ИЗА рассчитывается по пяти ингредиентам, вносящим наибольший вклад в загрязнение атмосферы города.

Ранжирование величины ИЗА может быть произведено следующим образом:

1) ИЗА < 5, уровень загрязнения атмосферы незначителен и не опасен для здоровья населения;

2) $5 < \text{ИЗА} < 8$, уровень риска, то есть при такой величине ИЗА имеется отличная от нуля вероятность заболевания;

3) $8 < \text{ИЗА} < 15$, кризисный уровень загрязнения атмосферы;

4) ИЗА > 15, катастрофический уровень загрязнения атмосферного воздуха.

Уровень загрязнения считается средним по городам страны, если $5 < \text{ИЗА}_5 < 8$.

Наряду с индексом загрязнения атмосферы в случае наличия нескольких измерений за отдельный отрезок времени (20 мин или сутки) рассчитывается стандартный индекс или стандартный приведенный индекс. Для каждого загрязнителя берется максимальная из измеренных концентраций. Стандартный приведенный индекс рассчитывается по формуле:

$$СП = \frac{C_{i\max}}{C_{ПДКі}} \quad (1.2)$$

где $C_{i\max}$ – максимальная из измеренных концентраций за 20 мин либо сутки, мг/м³;

$C_{ПДКі}$ – среднесуточная ПДК в атмосферном воздухе для каждого измеренного соединения.

При значениях СП < 1 загрязнение атмосферного воздуха не оказывает существенного влияния на здоровье человека и окружающую среду в целом. При значениях СП > 10 загрязнение атмосферного воздуха классифицируется как высокое.

Существует еще один подход к расчету комплексного показателя, загрязнения атмосферы, отражающего опасность этого загрязнения для населения.

В данной методике рассматривается степень загрязнения атмосферного воздуха веществами различных классов опасности. Уровень загрязнения определяется приведением концентраций по каждому загрязняющему веществу, к концентрациям веществ 3-го класса опасности по формуле:

$$K_{3кл} = \sum K_j^n \quad (1.3)$$

где n – коэффициент изоэффективности ($n=2,3$ для $j=1$; $n=1,3$ для $j=2$; $n=1,0$ для $j=3$ $n=0,87$ для $j=4$);

j – класс опасности вещества.

При величинах, с концентрациями выше 2,5 для 1-го класса опасности, выше 5 для 2-го класса опасности, выше 8 для 3-го класса опасности и выше 11 для 4-го класса опасности приведение к 3-му классу производится посредством умножения значений концентраций, нормированных по ПДК на 3,2; 1,6; 1 и 0,7 соответственно.

В случае загрязнения атмосферного воздуха веществами, относящимися к разным классам опасности, суммарное воздействие вредных веществ на состояние атмосферы производится по комплексному показателю – Р:

$$P = \sqrt{\sum K_f^2} \quad (1.4)$$

где ΣK_f^2 – сумма квадратов кратностей превышения ПДК, "приведенных" к таковым для веществ 3-го класса опасности.

Подобная процедура осуществляется при всех кратностях превышения ПДК, больших 1,0. При $K_f < 1,0$ для какого-либо загрязняющего вещества класс опасности по этому веществу не учитывается. Описанная методика особых преимуществ по сравнению с обычным сравнением фактической и нормированной концентрациями не дает.

Также, степень загрязнения атмосферы может рассчитываться с учётом кратности превышения среднегодового ПДК веществ, их класса опасности, допустимой повторяемости концентраций заданного уровня, количества веществ, одновременно присутствующих в воздухе, и коэффициента их комбинированного действия.

$ПДК_{сз}$ - среднегодовая предельно допустимая концентрация, выражается через значение среднесуточной предельно допустимой концентрации ($ПДК_{сс}$) путём ее умножения на коэффициент « α ». Формула нахождения среднегодовой предельно допустимой концентрации, представлена в следующем виде:

$$ПДК_{сз} = \alpha \cdot ПДК_{сс} \quad (1.5)$$

Значения коэффициента « α » для основных поллютантов приведены в таблице 1.1.

Отдельной методикой оценки опасности химического загрязнения воздушной среды является определение показателя опасности ($П_0$) как соотношения концентраций этих веществ к ПДК.

Таблица 1.1 – Значение коэффициента «а» для различных веществ

Наименование вещества	Коэффициент «а»
Аммиак, азота оксид, азота диоксид, бензол, бенз/а/пирен, марганца диоксид, озон, серы диоксид, сероуглерод, синтетические жирные кислоты, фенол, формальдегид, хлоропрен	1
Трихлорэтилен	0,4
Амины, анилин, взвешенные вещества (пыль), углерода оксид, хлор	0,34
Сажа, серная кислота, фосфорный ангидрид, фториды (твердые)	0,3
Ацетальдегид, ацетон, диэтиламин, толуол, фтористый водород, хлористый водород, этилбензол	0,2
Акролеин	0,1

При наличии нескольких загрязняющих веществ (n) с определенными концентрациями (C_i) и известными величинами их предельно допустимых концентраций $ПДК_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$) требуется, чтобы выполнялось следующее условие:

$$P_0 = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1. \quad (1.6)$$

В случаях, когда $P_0=1$ угрозы или опасности для здоровья человека не существует. Чем ниже единицы величина P_0 , тем меньше опасность.

Вышеперечисленные методики позволяют оценить степень загрязнения атмосферного воздуха веществами различных классов опасности. Однако общий уровень загрязнения зависит также и от характерных для определенных территорий метеорологических условий, определяющих перенос, рассеивание

примесей, различные химические превращения и вымывание примесей из атмосферы осадками.

В связи с чем, при изучении существующего состояния атмосферного воздуха, при реконструкции промышленных объектов, при вводе в эксплуатацию новых объектов хозяйственной деятельности необходимо учитывать, что уровень загрязнения атмосферы определяется не только количеством поступающих в атмосферу загрязняющих веществ, но и метеорологическими условиями.

Влияние метеорологических параметров на степень загрязнения атмосферного воздуха проявляется более четко, если рассматривать сочетание метеорологических величин. Основными комплексными характеристиками являются: потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА); рассеивающая способность атмосферы (РСА); и коэффициент самоочищения атмосферы.

Потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) определяется по формуле, в которой представлено отношение усредненных концентраций вредных веществ, при заданных выбросах в конкретном и условном районах:

$$ПЗА = \frac{q_{ср.i}}{q_{ср.0}} \quad (1.7)$$

где $q_{ср.i}$ – усредненная концентрация вредных веществ при заданных выбросах в конкретном районе исследования, мг/м³;

$q_{ср.0}$ – усредненная концентрация вредных примесей при заданных выбросах в условном районе, мг/м³;

Рассеивающая способность атмосферы (РСА) – это величина, обратная ПЗА.

Для определения коэффициента самоочищения атмосферы (К) используется формула, в которой учитывается повторяемость условий,

приводящих к накоплению вредных примесей в атмосфере и условия, способствующие удалению этих примесей.

$$K = \frac{\Pi_{ш} + \Pi_{т}}{\Pi_{в} + \Pi_{о}} \quad (1.8)$$

где $\Pi_{ш}$ – «штиль», повторяемость дней со скоростью ветра от 0 до 1 м/с, %;

$\Pi_{т}$ – повторяемость дней с туманами, %;

$\Pi_{в}$ – повторяемость дней со скоростью ветра ≥ 6 м/с, %;

$\Pi_{о}$ – повторяемость дней с осадками $\geq 0,5$ мм, %.

Полученное по данной зависимости значение коэффициента (K) характеризует, в первую очередь, условия накопления, а не рассеивания. В связи с этим коэффициентом самоочищения атмосферы целесообразнее считать величину обратную K - K', которая определяется по следующей формуле:

$$K' = \frac{1}{K} \quad (1.9)$$

Для районов, где повторяемость туманов незначительна, но присутствует явление повторяемости приземных задерживающих слоев (ПЗС), при расчете K' учитывают вместо повторяемости туманов ($\Pi_{т}$) повторяемость дней с характерной инверсией ($\Pi_{ин}$). В этом случае формула приобретает следующий вид:

$$K' = \frac{\Pi_{в} + \Pi_{о}}{\Pi_{ш} + \Pi_{ин}} \quad (1.10)$$

В зависимости от значения коэффициента K' характеризуют условия состояния воздушной среды (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Характеристика условий рассеивания

Значение коэффициента K'	Характеристика условий рассеивания
$K' \leq 0,25$	условия крайне неблагоприятные для рассеивания примесей в атмосфере
$0,25 < K' \leq 0,4$	условия неблагоприятные для рассеивания примесей в атмосфере
$0,4 < K' \leq 0,8$	условия относительно неблагоприятные для рассеивания примесей в атмосфере
$0,8 < K' \leq 1,25$	условия относительно благоприятные для рассеивания примесей в атмосфере
$K' > 1,25$	благоприятные условия для рассеивания примесей в атмосфере

Рассчитанный таким образом, коэффициент самоочищения позволяет учитывать вклад метеорологических факторов, параметров и явлений в формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха.

1.3 Контрольные вопросы

1. Расчет индекса загрязнения атмосферного воздуха.
2. Ранжирование уровня загрязнения по величине ИЗА.
3. Принцип расчета стандартного приведенного индекса.
4. Расчет комплексного показателя, загрязнения атмосферы, отражающего опасность этого загрязнения для населения.
5. Методика оценки опасности химического загрязнения воздушной среды по показателю опасности (P_o).
6. Определение среднегодовой предельно допустимой концентрации, через значение среднесуточной предельно допустимой концентрации ($ПДК_{cc}$) с использованием коэффициента « α ».
7. Перечень наиболее характерных зависимостей загрязнения воздуха от метеорологических условий.
8. Определение потенциала загрязнения атмосферы.

9. Определение коэффициента самоочищения атмосферы.
10. Характеристика условий рассеивания примесей в атмосфере.

1.4 Список рекомендуемых источников

1) Опекунов А.Ю. Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие / А.Ю.Опекунов. – Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета 2006. – 264 с. – ISBN: 5288039143

2) Нисковская Е. В. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза: учебно-методический комплекс / Е. В. Нисковская, О. И. Литвинец. – Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета 2016. – 192 с. – ISBN: 9785392202430
РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы //

3) РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию.- Введ. 2006-02-01. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2005. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200067118>

4) ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.- Введ. 1987-01-01.- М.: Стандартиформ, 2005. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012789>

5) ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения. – Введ. 1985-07-01. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2005. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200009365>

6) КонсультантПлюс: Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 N 96-ФЗ (Дата актуализации: 01.01.2019) // КонсультантПлюс : справочная правовая система / разработ. НПО "Вычисл.

математика и информатика". – М. : КонсультантПлюс, 1997-2019. – Режим доступа: RL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971

7) Постановление главного государственного санитарного врача российской федерации от 22 декабря 2017 года N 165 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений"» (с изменениями на 31 мая 2018 года)// Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556185926>

2 Практическое занятие №2 Обоснование размеров санитарно-защитных зон предприятий и иных объектов городской инфраструктуры

Цель работы: Изучить нормативные документы в области организации санитарно-защитных зон промышленных объектов. Научиться устанавливать класс опасности, определять минимальный размер и производить оценку степени озеленения санитарно-защитных зон для конкретных объектов городской инфраструктуры

Задание:

1) ознакомиться с нормативными документами, действующими и прекратившими свое действие, по санитарно-защитным зонам (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий», СанПиН 2.2.1/2.1.1.567—96, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01, Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25 сентября 2007 г. N 74 «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов»), изучить особенности классификации предприятий и иных объектов;

2) установить класс и определить минимальный размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для конкретных объектов городской инфраструктуры согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. При несоблюдении установленного размера СЗЗ необходимо предложить рекомендации, снижающие воздействие вредного фактора на городскую среду, в том числе на селитебную зону;

3) на основании полученных карт-схем на которых выделены границы промышленных объектов и санитарно-защитных зон необходимо произвести оценку степени озеленения древесно-кустарниковыми насаждениями со

стороны жилой застройки. При несоблюдении нормативных показателей озеленения необходимо разработать план мероприятий.

2.1 Общие положения

Санитарно-защитные зоны предназначены для снижения отрицательного влияния промышленных и транспортных объектов на население. Существует номенклатура объектов и планировочных элементов, допускаемых на территории СЗЗ. К ним относят ряд объектов коммунально-складской зоны: пожарные депо, бани, гаражи, складские объекты, помещения, связанные с обслуживанием предприятий, расположенных в промышленной зоне, стоянки, путепроводы, подстанции, насосные, питомники растений для озеленения территорий и т.п. Таким образом, СЗЗ и коммунально-складская зоны могут частично накладываться одна на другую на 40-60 %.

В санитарно-защитной зоне не допускается размещать: жилую застройку, включая отдельные жилые дома, ландшафтно-рекреационные зоны, зоны отдыха, территории курортов, санаториев и домов отдыха, территорий садоводческих товариществ и коттеджной застройки, коллективных или индивидуальных дачных и садово-огородных участков, а также других территорий с нормируемыми показателями качества среды обитания; спортивные сооружения, детские площадки, образовательные и детские учреждения, лечебно-профилактические и оздоровительные учреждения общего пользования.

Также в санитарно-защитной зоне и на территории объектов других отраслей промышленности не допускается размещать объекты по производству лекарственных веществ, лекарственных средств и (или) лекарственных форм, склады сырья и полупродуктов для фармацевтических предприятий; объекты пищевых отраслей промышленности, оптовые склады продовольственного сырья и пищевых продуктов, комплексы водопроводных сооружений для

подготовки и хранения питьевой воды, которые могут повлиять на качество продукции.

Допускается размещать в границах санитарно-защитной зоны промышленного объекта или производства здания и сооружения для обслуживания работников указанного объекта и для обеспечения деятельности промышленного объекта (производства):

– нежилые помещения для дежурного аварийного персонала, помещения для пребывания работающих по вахтовому методу (не более двух недель), здания управления, конструкторские бюро, здания административного назначения, научно-исследовательские лаборатории, поликлиники, спортивно-оздоровительные сооружения закрытого типа, бани, прачечные, объекты торговли и общественного питания, мотели, гостиницы, гаражи, площадки и сооружения для хранения общественного и индивидуального транспорта, пожарные депо, местные и транзитные коммуникации, ЛЭП, электроподстанции, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения, автозаправочные станции, станции технического обслуживания автомобилей.

В санитарно-защитной зоне объектов пищевых отраслей промышленности, оптовых складов продовольственного сырья и пищевой продукции, производства лекарственных веществ, лекарственных средств и (или) лекарственных форм, складов сырья и полупродуктов для фармацевтических предприятий, допускается размещение новых профильных, однотипных объектов, при исключении взаимного негативного воздействия на продукцию, среду обитания и здоровье человека.

Автомагистраль, расположенная в санитарно-защитной зоне промышленного объекта и производства или прилегающая к санитарно-защитной зоне, не входит в ее размер, а выбросы автомагистрали учитываются в фоновом загрязнении при обосновании размера санитарно-защитной зоны.

Размер санитарно-защитной зоны для проектируемых и действующих промышленных объектов и производств может быть увеличен по сравнению с классификацией, полученной расчетным путем и/или по результатам натурных наблюдений и измерений для предприятий I и II класса опасности Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации; для предприятий III, IV, V классов опасности по результатам натурных наблюдений и измерений Главным государственным санитарным врачом субъекта Российской Федерации или его заместителем.

Размер санитарно-защитной зоны для действующих объектов может быть уменьшен при:

- объективном доказательстве достижения уровня химического, биологического загрязнения атмосферного воздуха и физических воздействий на атмосферный воздух до ПДК и ПДУ на границе санитарно-защитной зоны и за ее пределами по материалам систематических лабораторных наблюдений для предприятий I и II класса опасности (не менее пятидесяти исследований на каждый ингредиент в отдельной точке) и измерений и оценке риска для здоровья; для промышленных объектов и производств III, IV, V класса опасности по данным натурных исследований приоритетных показателей за состоянием загрязнения атмосферного воздуха (не менее тридцати исследований на каждый ингредиент в отдельной точке, за исключением зимнего периода) и измерений;

- подтверждении измерениями уровней физического воздействия на атмосферный воздух на границе санитарно-защитной зоны до гигиенических нормативов и ниже;

- уменьшении мощности, изменении состава, репрофилировании промышленных объектов и производств, и связанным с этим изменением класса опасности;

- внедрении передовых технологических решений, эффективных очистных сооружений, направленных на сокращение уровней воздействия на среду обитания;

Изменение размеров установленных санитарно-защитных зон для промышленных объектов и производств I и II класса опасности осуществляется Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации на основании:

- предварительного заключения Управления Роспотребнадзора по субъекту Российской Федерации;
- действующих санитарно-эпидемиологических правил и нормативов;
- экспертизы проекта санитарно-защитной зоны с расчетами рассеивания загрязнения атмосферного воздуха и физических воздействий на атмосферный воздух (шум, вибрация, электромагнитные поля (ЭМП) и др.), выполненной аккредитованными организациями;
- оценки риска здоровью населения;
- систематических (годовых) натурных исследований и измерений загрязнения атмосферного воздуха (не менее пятидесяти исследований на каждый ингредиент в отдельной точке), уровней физического воздействия на атмосферный воздух.

Размеры СЗЗ устанавливаются для промышленных, коммунальных, энергетических предприятий и предприятий по обслуживанию средств транспорта, станций и других объектов автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта расчетным путем с учетом места расположения источников и характера создаваемого ими шума, инфразвука и других физических факторов.

Обоснованность расчетов для установления СЗЗ должна быть подтверждена натурными замерами при приемке в эксплуатацию новых объектов.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) является обязательным элементом любого объекта, который может быть источником химического, биологического или физического воздействия на среду обитания и здоровье человека.

Санитарно-защитная зона – территория между границами промплощадки и территории жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха.

Предшествующие документы рассматривали это расстояние именно как расстояние от границы территории объекта, а не от основного источника выброса. Новый СанПиН допускает считать ширину СЗЗ от источников выбросов в случае наличия высоких источников нагретых выбросов при их массе более 30 % от массы выбросов неорганизованных источников. Таким образом, санитарная зона теперь может вполне официально быть гораздо ближе к промышленной.

В зависимости от высоты источника H источники выбросов подразделяются на четыре класса:

- 1) высокие источники ($H > 50$ м);
- 2) средней высоты ($H = 10-50$ м);
- 3) низкие источники ($H = 2-10$ м);
- 4) наземные источники (H меньше 2 м).

В зависимости от характеристики выбросов для предприятий, по которым ведущим для установления СЗЗ фактором является химическое загрязнение атмосферы, размер СЗЗ устанавливается от границы промплощадки в следующих случаях:

- от организованных и неорганизованных источников при наличии технологического оборудования на открытых площадках;
- в случае организации производства с источниками, рассредоточенными по территории предприятия;
- при наличии наземных и низких источников, холодных выбросов средней высоты.

От источника выбросов загрязняющих веществ:

- в случае наличия только высоких источников нагретых выбросов.

Главное назначение санитарно-защитной зоны как раз и заключается в обеспечении снижения уровня воздействия до требуемых гигиенических

нормативов по всем факторам воздействия (кроме ионизирующего воздействия), создания санитарно-защитного и эстетического барьера между территорией предприятия (группы предприятий) и территорией жилой застройки.

Все объекты, являющиеся источниками вредных воздействий, согласно санитарной классификации подразделяются на пять классов. Объекты, относящиеся к первому классу санитарной классификации наиболее опасны для окружающей среды и человека по характеру выбросов или иных воздействий.

Объекты пятого класса практически не оказывают влияния на среду обитания человека и могут размещаться на территориях селитебных зон.

В соответствии СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» минимальные размеры СЗЗ устанавливались в следующих пределах:

- предприятия первого класса – 1000 м.
- предприятия второго класса – 500 м.
- предприятия третьего класса – 300 м.
- предприятия четвертого класса – 100 м.
- предприятия пятого класса – 50 м.

В следующей редакции – СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» минимальные размеры санитарно-защитных зон были примерно в два раза больше:

- предприятия первого класса – 2000 м.
- предприятия второго класса – 1000 м.
- предприятия третьего класса – 500 м.
- предприятия четвертого класса – 300 м.
- предприятия пятого класса – 100 м.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 вновь устанавливает минимальные размеры санитарно-защитных зон действующие до 1996 г.:

- предприятия первого класса – 1000 м.

- предприятия второго класса – 500 м.
- предприятия третьего класса – 300 м.
- предприятия четвертого класса – 100 м.
- предприятия пятого класса – 50 м.

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 и Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25 сентября 2007 г. N 74 «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов"» действующими по настоящее время, размеры СЗЗ остаются прежними (по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01).

Норматив допускается сократить еще на 50% в случае, “когда расчетные уровни воздействия достигают нормативных значений внутри границы территории действующего предприятия, что подтверждено также результатами систематических лабораторных исследований”. При этом хорошо известен тот факт, что вокруг источника выброса формируется так называемая “теньевая зона”, а максимальная концентрация загрязнения вполне может наблюдаться на расстоянии 2-4 км от источника, в зависимости от характера выбросов, условий рассеяния, высоты трубы и ряда других факторов.

Санитарно-защитная зона для предприятий IV, V классов должна быть максимально озеленена – не менее 60 % площади; для предприятий II и III класса – не менее 50 %; для предприятий, имеющих санитарно-защитную зону 1000 м и более – не менее 40 % ее территории с обязательной организацией полосы древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки.

2.2 Практическая часть

В практической части работы студент самостоятельно заполняет нижеприведенные таблицы (таблицы 2.1,2.2), определяя класс объекта городской инфраструктуры согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 и делая визуальную оценку соблюдения минимального размера СЗЗ. Полученные данные оформляются также в виде карт-схем с использованием программы Sasplanet расположения объектов исследования. При несоблюдении установленного размера СЗЗ студент должен предложить рекомендации, снижающие воздействие вредного фактора на городскую среду, в том числе на селитебную зону.

Таблица 2.1 – Установление минимального размера СЗЗ для объектов городской инфраструктуры

№п/п	Объект городской инфраструктуры	Класс по СанПиН-03	Миним. размер СЗЗ	Оценка соблюдения минимального размера СЗЗ

На основании полученных карт-схем на которых выделены границы промышленных объектов и санитарно-защитных зон необходимо произвести оценку степени озеленения древесно-кустарниковыми насаждениями со стороны жилой застройки. Полученные результаты сводятся в таблицу 2.3

Таблица 2.2 – Описание объекта исследования

Объект городской инфраструктуры	Отрасль	Юридический адрес	Район расположения/ ближайшие промышленные объекты (название, расстояние)	Обоснование расположения СЗЗ	
				от границы промплощадки	от источников выбросов

Таблица 2.3 – Результаты расчета площади озеленения и расстояния до территории жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, лечебных зон, зоны отдыха

Объект городской инфраструктуры	Расстояние до территории жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха и др. объектов по основным направлениям, м								Площадь озеленения, %
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	

При несоблюдении нормативных показателей озеленения необходимо разработать план мероприятий. С использованием карт-схем на плане озеленения (дендроплане) обозначить существующие и проектируемые насаждения с указанием типов посадок и вариантов схем смешения древесно-кустарниковых пород, учитывая, что планировочная организация СЗЗ основывается на зонировании ее территории с выделением трех основных зон:

- припромышленного защитного озеленения (13-56 %) общей площади СЗЗ;
- приселитебного защитного озеленения (17-58 %);
- планировочного использования (11-45 %).

Со стороны селитебной территории надлежит предусмотреть полосу древесно-кустарниковых насаждений шириной не менее 50 м, а при ширине зоны до 100 м – не менее 20 м.

При подборе растений для озеленения СЗЗ следует руководствоваться ассортиментом деревьев и кустарников являющихся наиболее эффективными для исследуемых климатических зон.

Для фильтрующих посадок рекомендуются ель обыкновенная, лиственница сибирская, можжевельник обыкновенный, акация белая, клен остролистный, липа, тополь канадский, ясень обыкновенный, акация желтая, жимолость татарская, калина обыкновенная, сирень обыкновенная, шиповник обыкновенный.

Изолирующие посадки применяют для сокращения поступления вредных веществ на защищаемые территории, связанные с пребыванием людей.

Для изолирующих посадок – сосна обыкновенная, акация белая, акация желтая, береза бородавчатая, боярышник кроваво-красный сибирский, ива белая, клен остролистный, липа, рябина обыкновенная, тополь канадский, жимолость татарская, калина обыкновенная, смородина красная и черная, сирень обыкновенная, шиповник обыкновенный

Растения, используемые для озеленения СЗЗ, должны быть эффективными в санитарном отношении и достаточно устойчивыми к загрязнению атмосферы и почв промышленными выбросами.

2.3 Контрольные вопросы

1. Классы санитарной классификации промышленных предприятий.
2. Норматив в процентах по озеленению СЗЗ предприятия 1 класса.
3. Мероприятия при недостаточном размере СЗЗ.
4. Объекты, разрешенные к размещению на территории СЗЗ.
5. Объекты, запрещенные к размещению на территории СЗЗ.
6. Санитарный разрыв высоковольтных линий.
7. Уменьшение размеров СЗЗ.
8. Увеличение размеров СЗЗ.
9. Нормы озеленения СЗЗ?
10. Состав проекта организации СЗЗ.
11. Назначение территории СЗЗ.
12. Размеры СЗЗ, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03?

2.4 Список рекомендуемых источников

Постановление Правительства РФ от 3 марта 2018 г. N 222 "Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон" (с изменениями и дополнениями от 21 декабря 2018 г.) // Система ГАРАНТ. – М. : ГАРАНТ-СЕРВИС, 1990-2019. - Режим доступа: <https://base.garant.ru/71892700>

Российская Федерация. Законы. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: федер. закон: [принят Гос. Думой 12 марта 1999 г. : одобр. Советом Федерации 17 марта 1999 г.]. – (Актуальный закон: редакция, действующая с 21 октября 2018 года) // Система ГАРАНТ. – М. : ГАРАНТ-СЕРВИС, 1990-2019. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901729631>

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. N 74 "О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" (с изменениями и дополнениями) // Система ГАРАНТ. – М. : ГАРАНТ-СЕРВИС, 1990-2019. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12158477/#ixzz5kIiuZizl>

3 Практическое занятие № 3 Расчет индекса загрязнения атмосферы

Цель работы: получение практических навыков обработки аналитических данных для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий.

Задачи работы:

1) проработка теоретического материала для получения информации о загрязнителях атмосферы и об источниках их поступления; о критериях оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха;

2) изучение и расчет показателей оценки загрязненности атмосферного воздуха различными примесями. Материал по данной теме предлагается для решения в виде задач, составленных на основе реальных данных по объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу урбанизированных территорий России из различных литературных источников

Схема выполнения работы:

1) изучить литературные данные для получения информации об источниках, предоставляющих данные о среднегодовых концентрациях загрязняющих веществ, мг/м³.

2) на основе предоставленных в работе и данных статистической отчетности определить уровень загрязнения атмосферного воздуха исследуемой урбанизированной территории.

3.1 Общие положения

Оценка уровня загрязнения атмосферы выражается через концентрацию примеси путем сравнения ее с гигиеническими нормативами.

Наиболее распространенными в настоящее время критериями оценки качества природных сред – атмосферного воздуха и вод суши – являются предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в названных средах. Нормативы ПДК различных веществ, утвержденные Минздравом России, едины для всего государства. В России установлены ПДК для более 600 различных атмосферных примесей (ГН 2.1.6.3492-17, а также установлено более 50-ти веществ, выброс которых в атмосферный воздух запрещен.

Степень загрязнения атмосферного воздуха оценивается посредством безмерной величины, называемой *индексом загрязнения атмосферы (ИЗА)*, учитывающей несколько примесей.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) позволяет выявить во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха несколькими примесями превышает допустимое значение. Для этого уровни загрязнения различными веществами приводят к уровню загрязнения одним веществом (обычно диоксидом серы). Это приведение осуществляется с помощью показателя степени C_i . Индекс загрязнения атмосферы для i -того вещества (ИЗА) рассчитывается по формуле:

$$ИЗА_i = \sum_1^i \left(\frac{q_i}{ПДК_i} \right)^{C_i} \dots\dots\dots(3.1)$$

где q_i – средняя за месяц, сезон, год концентрация отдельной примеси, мг/м³;

$ПДК_{cci}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация этой же примеси, мг/м³;

C_i – константа для различных классов опасности по приведению к степени вредности.

Класс опасности	1	2	3	4
C_i	1,5	1,3	1,0	0,85

Индекс загрязнения атмосферы рассчитывается по пяти ингредиентам, вносящим наибольший вклад в загрязнение атмосферы города. При этом учитывается относительное превышение среднесуточной предельно допустимой концентрации и класс опасности каждой из пяти приоритетных примесей.

Расчет ИЗА, учитывающего 5 приоритетных веществ, производят по следующей формуле:

$$ИЗА_5 = \sum_{i=1}^n ИЗА_i \quad (3.2)$$

Таким образом, ИЗА представляет собой сумму деленных на ПДК_{ср.і} средних за месяц, сезон, год концентраций $q_{ср.і}$ обычно пяти веществ, приведенных к величине концентрации диоксида серы в долях ПДК.

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается:

- низким, если ИЗА ниже 5;
- повышенным при ИЗА от 5 до 6;
- высоким при ИЗА от 7 до 13;
- очень высоким при ИЗА больше 13.

Уровень загрязнения считается средним по городам страны, если $5 < ИЗА_5 < 8$.

3.2 Исходные данные для расчета

В таблице 3.1 приведены значения предельно-допустимых концентраций веществ, определяемых в атмосферном воздухе на территории крупнейших городов России, необходимые для расчета индексов загрязнения атмосферы. Вторая графа таблицы включает характеристику веществ по их классу опасности. Все загрязняющие атмосферу вещества подразделяют на четыре класса опасности. К веществам первого класса опасности относят чрезвычайно опасные вещества, ко второму, высокоопасные, к третьему – умеренно опасные, к четвертому – малоопасные.

Таблица 3.1 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) определяемых загрязняющих веществ

Вещество	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	
		максимально-разовая	среднесуточная
1. Аммиак (нитрид водорода) NH ₃	4	0,2	0,04
2. Азота диоксид (с 01.02.2006г.) до 01.01.2006 г.	2	0,20	0,04
		0,085	0,04
3. Азота оксид	3	0,4	0,06
4. Диоксид серы (сернистый ангидрид) SO ₂	3	0,5	0,05
5. Пыль (вещества взвешенные)	3	0,5	0,15
6. Гидрохлорид (по молекуле HCl)	2	0,2	0,2
7. Метантиол (метилмеркаптан) CH ₃ SH	4	1*10 ⁻⁴	---
8. Сероводород (H ₂ S)	2	0,008	---
9. Углерода оксид (CO)	4	5	3
10. Формальдегид: - до 2014 г. - с 17.06.2014 г.	2	0,035	0,003
	2	0,05	0,01
11. Ксилол (C ₈ H ₁₀)	3	0,2	---
12. Аэрозоль фторидов	2	0,03	0,01
13. Хлор (символ – Cl)	2	0,1	0,03
14. Серная кислота (H ₂ SO ₄)	2	0,3	0,1
15. Фенол (гидроксибензол, устар. карболовая кислота) C ₆ H ₅ OH	3	0,01	0,003
16. Бенз(а)пирен	1	----	1*10 ⁻⁶
17. Углеводороды (□C ₁ –C ₁₀)	---	---	---
18. Бензол (C ₆ H ₆)	2	0,3	0,1

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в крупнейших городах России представлены в таблицах 3.2-3.10.

Таблица 3.2 – Среднегодовые концентрации взвешенных веществ, на примере крупнейших городов России
в мкг/м³

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2002	77	85	73	61	85	86	45	77	85	73	61	85	86	45	77	85	73	61	85	86
2003	193	166	160	266	214	221	177	193	166	160	266	214	221	177	193	166	160	266	214	221
2004	114	87	93	156	136	141	112	114	87	93	156	136	141	112	114	87	93	156	136	141
2005	205	179	170	157	169	122	100	205	179	170	157	169	122	100	205	179	170	157	169	122
2006	300	330	394	332	356	339	323	300	330	394	332	356	339	323	300	330	394	332	356	339
2007	113	95	97	95	78	102	96	91	113	95	97	95	78	102	96	221	177	217	196	185
2008	116	114	120	134	145	179	129	157	116	114	120	134	145	179	129	141	112	102	77	148
2009	112	100	95	103	114	99	86	128	112	100	95	103	114	99	86	122	100	100	100	125

Продолжение таблицы 3.2

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2010	73	160	266	214	394	332	356	35	102	62	61	45	71	83	100	339	323	308	386	374
2011	61	93	156	136	107	123	100	200	164	110	122	145	144	173	211	100	98	120	135	119
2012	85	170	157	169	35	102	62	87	76	74	61	57	77	101	117	61	45	71	83	100
2013	86	160	266	214	394	332	356	74	52	32	31	24	24	35	22	122	145	144	173	211
2014	45	93	156	136	107	123	100	43	100	85	93	98	114	109	102	61	57	77	101	117
2015	100	170	157	169	35	102	62	137	276	192	186	251	200	182	225	31	24	24	35	22
2016	100	160	266	214	394	332	356	251	244	256	235	177	208	183	172	93	98	114	109	102
2017	38	93	156	136	107	123	100	161	154	166	149	100	106	147	145	221	177	217	196	185

Таблица 3.3 – Средние за год концентрации диоксида серы мкг/м³, в крупнейших городах России

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2002	10	8	8	8	8	9	8	3	4	3	10	8	8	8	8	10	8	8	8	8
2003	3	3	4	3	5	4	6	6	4	2	3	3	4	3	5	3	3	4	3	5
2004	4	3	3	2	3	6	5	4	6	8	4	3	3	2	3	4	3	3	2	3
2005	14	12	13	11	4	15	16	13	9	8	14	12	13	11	4	14	12	13	11	4
2006	9	8	8	9	9	10	10	9	10	9	9	8	8	9	9	9	8	8	9	9
2007	7	7	7	8	8	7	5	5	6	7	7	7	7	8	8	7	7	7	8	8
2008	2	1	1	2	3	3	3	1	2	2	2	1	1	2	3	2	1	1	2	3
2009	13	12	15	12	6	7	9	9	9	6	13	12	15	12	6	13	12	15	12	6

Продолжение таблицы 3.3

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2010	1	1	1	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	2	2	2	2	2
2011	3	8	6	4	5	4	2	3	5	4	3	8	6	4	5	4	2	3	5	4
2012	6	6	3	14	8	7	7	6	5	7	6	6	3	14	8	7	7	6	5	7
2013	2	2	1	1	1	19	10	16	9	14	2	2	1	1	1	19	10	16	9	14
2014	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1
2015	4	5	5	7	7	8	7	9	9	-	4	5	5	7	7	8	7	9	9	-
2016	6	7	6	5	6	5	8	5	6	4	6	7	6	5	6	5	8	5	6	4
2017	1	1	1	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	2	2	2	2	2

Таблица 3.4 – Средние за год концентрации CO, мкг/м³, в крупнейших городах России

Годы	Наименование города																
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл
2002	1374	1076	408	665	835	681	715	1000	1311	932	1374	1076	408	665	835	681	715
2003	1625	1832	1561	2470	1883	1804	1819	2159	1696	1620	1625	1832	1561	2470	1883	1804	1819
2004	2000	1812	1919	1918	1821	1280	2000	1459	1105	1516	2000	1812	1919	1918	1821	1280	2000
2005	1246	1292	1365	1350	1389	1400	–	–	1000	1035	1246	1292	1365	1350	1389	1400	1200
2006	1573	1908	1536	2091	1338	1083	1968	2079	2060	2380	1573	1908	1536	2091	1338	1083	1968
2007	1622	1550	1615	1752	1885	3000	2052	1323	1505	1425	1622	1550	1615	1752	1885	3000	2052
2008	709	1435	1374	1106	1371	1709	934	1257	1052	575	709	1435	1374	1106	1371	1709	934
2009	3125	2597	2974	3344	4054	3103	3133	2607	2416	2394	3125	2597	2974	3344	4054	3103	3133

Продолжение таблицы 3.4

Годы	Наименование города																
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл
2010	860	780	1000	1156	1190	1060	1060	1120	1140	1080	860	780	1000	1156	1190	1060	1060
2011	1127	1976	2549	1767	1533	1728	2059	1967	2068	1733	1127	1976	2549	1767	1533	1728	2059
2012	1625	1499	1303	1562	1338	1147	1332	1121	1762	1123	1625	1499	1303	1562	1338	1147	1332
2013	1399	1278	1480	1615	1924	1209	869	780	900	1000	1399	1278	1480	1615	1924	1209	869
2014	2541	3089	2951	2684	2663	2776	2573	2333	2399	2222	2541	3089	2951	2684	2663	2776	2573
2015	963	1012	1000	1000	913	756	763	810	960	1431	963	1012	1000	1000	913	756	763
2016	1688	1268	1623	914	903	673	1348	1369	509	1083	1688	1268	1623	914	903	673	1348
2017	1871	1913	1669	2275	2569	2482	1672	2041	2063	1945	1871	1913	1669	2275	2569	2482	1672

Таблица 3.5 – Средние за год концентрации диоксида азота, мкг/м³, в крупнейших городах России

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2002	48	57	57	59	62	57	61	58	61	58	48	57	57	59	62	57	61	58	61	58
2003	55	56	55	58	56	57	60	60	62	64	55	56	55	58	56	57	60	60	62	64
2004	56	49	53	51	48	59	53	56	57	64	56	49	53	51	48	59	53	56	57	64
2005	26	26	29	34	36	37	26	21	21	30	26	26	29	34	36	37	26	21	21	30
2006	51	55	43	45	50	57	55	48	53	50	51	55	43	45	50	57	55	48	53	50
2007	32	37	33	24	23	48	51	79	65	75	32	37	33	24	23	48	51	79	65	75
2008	40	51	56	50	48	51	51	49	47	55	40	51	56	50	48	51	51	49	47	55
2009	17	16	16	13	27	23	31	29	35	26	17	16	16	13	27	23	31	29	35	26

Продолжение таблицы 3.5

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2010	75	71	69	44	50	61	51	55	51	58	75	71	69	44	50	61	51	55	51	58
2011	38	48	41	44	46	48	42	45	43	44	38	48	41	44	46	48	42	45	43	44
2012	34	29	22	26	32	34	25	30	25	22	34	29	22	26	32	34	25	30	25	22
2013	34	36	40	55	40	46	42	50	56	60	34	36	40	55	40	46	42	50	56	60
2014	-	51	46	58	64	58	52	54	74	73	-	51	46	58	64	58	52	54	74	73
2015	38	39	35	43	31	48	43	44	34	37	38	39	35	43	31	48	43	44	34	37
2016	84	80	75	87	65	58	62	61	61	49	84	80	75	87	65	58	62	61	61	49
2017	32	31	32	33	29	31	31	28	31	35	32	31	32	33	29	31	31	28	31	35

Таблица 3.6 – Средние за год концентрации оксида азота, мкг/м³, в крупнейших городах России

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2002	25	18	13	17	21	30	20	10	8	10	25	18	13	17	21	30	20	10	8	10
2003	24	25	19	18	23	20	17	21	19	9	24	25	19	18	23	20	17	21	19	9
2004	30	20	30	50	60	30	30	10	55	129	30	20	30	50	60	30	30	10	55	129
2005	52	57	57	55	61	70	80	89	62	56	52	57	57	55	61	70	80	89	62	56
2006	9	11	10	7	9	12	9	12	11	12	9	11	10	7	9	12	9	12	11	12
2007	42	29	29	30	30	40	33	33	36	45	42	29	29	30	30	40	33	33	36	45
2008	14	10	11	11	15	15	10	6	6	14	14	10	11	11	15	15	10	6	6	14
2009	65	55	40	50	60	54	55	58	89	99	65	55	40	50	60	54	55	58	89	99

Продолжение таблицы 3.6

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2010	8	33	97	-	68	89	68	101	160	87	8	33	97	-	68	89	68	101	160	87
2011	32	21	21	25	25	19	22	24	29	26	32	21	21	25	25	19	22	24	29	26
2012	35	30	24	18	9	15	10	14	7	23	35	30	24	18	9	15	10	14	7	23
2013	139	103	65	134	136	81	50	43	35	28	139	103	65	134	136	81	50	43	35	28
2014	31	39	50	31	20	30	29	27	40	39	31	39	50	31	20	30	29	27	40	39
2015	11	16	11	13	81	34	41	45	34	48	11	16	11	13	81	34	41	45	34	48
2016	8	33	97	-	68	89	68	101	160	87	8	33	97	-	68	89	68	101	160	87
2017	32	21	21	25	25	19	22	24	29	26	32	21	21	25	25	19	22	24	29	26

Таблица 3.7 – Средние за год концентрации формальдегида, мкг/м³, в крупнейших городах России

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2002	6	3	1	1	7	13	10	10	14	11	6	3	1	1	7	13	10	10	14	11
2003	6	8	7	9	12	10	14	12	9	11	6	8	7	9	12	10	14	12	9	11
2004	1	1	1	4	4	3	2	2	2	4	1	1	1	4	4	3	2	2	2	4
2005	7	8	9	10	15	16	17	17	15	16	7	8	9	10	15	16	17	17	15	16
2006	6	6	8	8	8	7	7	7	7	8	6	6	8	8	8	7	7	7	7	8
2007	10	13	15	11	14	17	14	9	15	19	10	13	15	11	14	17	14	9	15	19
2008	12	8	9	7	6	13	8	10	6	7	12	8	9	7	6	13	8	10	6	7
2009	11	19	13	13	12	10	11	13	14	14	11	19	13	13	12	10	11	13	14	14

Продолжение таблицы 3.7

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2010	9	7	8	13	13	10	14	10	12	12	9	7	8	13	13	10	14	10	12	12
2011	13	10	13	13	8	12	14	15	9	9	13	10	13	13	8	12	14	15	9	9
2012	7	6	5	6	4	4	2	2	2	3	7	6	5	6	4	4	2	2	2	3
2013	11	10	13	12	13	14	11	11	9	9	11	10	13	12	13	14	11	11	9	9
2014	3	2	–	6	9	5	5	6	4	6	3	2	–	6	9	5	5	6	4	6
2015	13	10	12	12	11	17	29	35	27	26	13	10	12	12	11	17	29	35	27	26
2016	6	6	5	8	9	9	9	8	8	11	6	6	5	8	9	9	9	8	8	11
2017	5	6	6	10	10	8	6	9	12	10	5	6	6	10	10	8	6	9	12	10

Таблица 3.8 – Средние за год концентрации бенз(а)пирена, нг/м³, в крупнейших городах России

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2002	2,4	0,9	1,2	1,6	2,2	2,4	2,1	1,6	2,0	1,3	–	0,9	1,2	1,6	2,2	2,4	2,1	1,6	2,0	1,3
2003	2,8	1,0	2,3	1,8	2,4	2,8	2,9	2,6	2,6	3,1	–	1,0	2,3	1,8	2,4	2,8	2,9	2,6	2,6	3,1
2004	4,2	1,5	2,0	2,1	3,3	4,2	3,9	3,0	3,0	3,4	–	1,5	2,0	2,1	3,3	4,2	3,9	3,0	3,0	3,4
2005	2,8	1,3	1,4	1,2	2,4	2,8	2,8	2,5	2,5	1,8	–	1,3	1,4	1,2	2,4	2,8	2,8	2,5	2,5	1,8
2006	2,9	1,1	1,1	1,8	1,9	2,9	2,1	1,9	2,2	1,9	–	1,1	1,1	1,8	1,9	2,9	2,1	1,9	2,2	1,9
2007	1,7	1,5	1,8	0,8	2,4	1,7	2,3	2,1	2,3	2,1	–	1,5	1,8	0,8	2,4	1,7	2,3	2,1	2,3	2,1
2008	2,9	2,1	0,9	1,5	1,7	2,9	2,5	2,2	2,4	1,8	–	2,1	0,9	1,5	1,7	2,9	2,5	2,2	2,4	1,8
2009	5,0	1,9	1,6	2,4	3,5	5,0	3,6	3,0	3,0	3,6	–	1,9	1,6	2,4	3,5	5,0	3,6	3,0	3,0	3,6

Продолжение таблицы 3.8

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2010	1,5	1,8	1,4	2,3	2,8	2,1	1,8	2,2	2,0	1,5	1,8	1,4	2,3	2,8	2,1	1,8	2,2	2,0	1,5	1,8
2011	1,0	1,3	1,3	2,0	2,9	2,6	2,3	2,1	2,2	1,0	1,3	1,3	2,0	2,9	2,6	2,3	2,1	2,2	1,0	1,3
2012	1,4	3,4	2,8	5,0	4,6	3,4	2,1	2,2	2,5	1,4	3,4	2,8	5,0	4,6	3,4	2,1	2,2	2,5	1,4	3,4
2013	2,9	3,2	2,5	2,8	4,3	3,2	3,7	3,5	5,0	2,9	3,2	2,5	2,8	4,3	3,2	3,7	3,5	5,0	2,9	3,2
2014	1,8	1,4	2,2	2,5	2,9	3,2	2,8	2,6	1,9	1,8	1,4	2,2	2,5	2,9	3,2	2,8	2,6	1,9	1,8	1,4
2015	1,2	1,4	2,2	2,6	2,6	3,1	2,1	2,5	1,8	1,2	1,4	2,2	2,6	2,6	3,1	2,1	2,5	1,8	1,2	1,4
2016	1,3	1,4	1,5	2,1	2,8	2,4	2,2	2,2	2,2	1,3	1,4	1,5	2,1	2,8	2,4	2,2	2,2	2,2	1,3	1,4
2017	1,7	2,3	0,8	1,8	1,8	1,9	1,4	2,1	2,7	1,7	2,3	0,8	1,8	1,8	1,9	1,4	2,1	2,7	1,7	2,3

Таблица 3.9 – Средние за год концентрации аммиака, мкг/м³, в крупнейших городах России

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2002	27	15	7	5	3	25	50	21	30	18	27	15	7	5	3	25	50	21	30	18
2003	-	-	-	40	60	70	60	20	19	12	-	-	-	40	60	70	60	20	19	12
2004	21	33	34	30	15	20	20	22	25	26	21	33	34	30	15	20	20	22	25	26
2005	5	5	7	6	6	6	7	8	7	7	5	5	7	6	6	6	7	8	7	7
2006	22	18	31	33	43	33	31	32	38	56	22	18	31	33	43	33	31	32	38	56
2007	15	20	13	6	8	5	4	5	8	40	15	20	13	6	8	5	4	5	8	40
2008	27	15	7	5	3	25	50	21	30	18	27	15	7	5	3	25	50	21	30	18
2009	-	-	-	40	60	70	60	20	19	12	-	-	-	40	60	70	60	20	19	12

Продолжение таблицы 3.9

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2010	18	27	19	12	11	6	17	45	59	26	18	27	19	12	11	6	17	45	59	26
2011	8	10	7	5	1	1	2	4	3	-	8	10	7	5	1	1	2	4	3	-
2012	50	50	44	46	39	37	31	41	59	33	50	50	44	46	39	37	31	41	59	33
2013	40	47	47	37	26	21	16	22	20	21	40	47	47	37	26	21	16	22	20	21
2014	10	3	5	10	20	33	32	37	37	35	10	3	5	10	20	33	32	37	37	35
2015	14	29	36	29	38	10	20	23	40	23	14	29	36	29	38	10	20	23	40	23
2016	33	31	46	41	26	38	41	49	35	34	33	31	46	41	26	38	41	49	35	34
2017	62	56	37	77	84	93	115	123	109	133	62	56	37	77	84	93	115	123	109	133

Таблица 3.10 – Средние за год концентрации сероводорода, мкг/м³, в крупнейших городах России

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2002	1	1	1	1	1	1	<1	<1	<1	1	1	1	1	1	1	1	<1	<1	<1	1
2003	1	1	1	1	1	1	1	1	<1	<1	1	1	1	1	1	1	1	1	<1	<1
2004	5	3	3	4	2	2	2	2	2	2	5	3	3	4	2	2	2	2	2	2
2005	1	2	3	4	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	1	1	1	1	1	1
2006	1	1	<1	1	<1	<1	1	1	2	1	1	1	<1	1	<1	<1	1	1	2	1
2007	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
2008	1	1	1	1	1	<1	1	<1	<1	<1	1	1	1	1	1	<1	1	<1	<1	<1
2009	4	5	5	4	4	2	2	2	2	2	4	5	5	4	4	2	2	2	2	2

Продолжение таблицы 3.10

Годы	Наименование города																			
	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Нижний Новгород	Казань	Челябинск	Омск	Краснодар	Самара	Ростов-на-Дону	Уфа	Красноярск	Воронеж	Пермь	Волгоград	Пятигорск	Орёл	Рыбинск	Псков	Якутск
2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2011	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2012	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
2013	1	1	1	1	2	1	1	<1	<1	<1	1	1	1	1	2	1	1	<1	<1	<1
2014	1	1	1	1	1	1	1	1	<1	<1	1	1	1	1	1	1	1	1	<1	<1
2015	3	3	2	2	3	3	2	2	1	1	3	3	2	2	3	3	2	2	1	1
2016	1	1	1	1	1	1	<1	<1	<1	1	1	1	1	1	1	1	<1	<1	<1	1
2017	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2

3.3 Пример расчета ИЗА по данным о средних концентрациях примесей

Задание:

- определить превышение концентраций загрязняющих веществ относительно установленных ПДК;
- индекс загрязнения атмосферного воздуха исследуемого населенного пункта;
- проанализировать изменение уровней загрязнения атмосферы за исследуемый период;
- определить какие вещества вносят наибольший вклад в значение ИЗА₅.

По представленным исходным данным (таблиц 3.2-3.10) рассчитывается индекс загрязнения атмосферы для каждого вещества.

Полученные результаты оформляют в виде таблицы 3.11.

Таблица 3.11 – Результаты расчета покомпонентного индекса загрязнения

Примесь	Значение									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Взвешенные вещества	1,08									
SO	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
NO	1,69									
NO	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
CO	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Формальдегид	1,57	1,57	1,50	1,57						
Бенз(а)пирен	3,50	3,40	3,48	2,20	2,54	2,87	2,25	2,08	1,52	1,50
Аммиак	1,03									
ИЗА₅	8,87	8,77	8,78	7,57	7,91	8,24	7,62	7,45	6,89	6,87

По каждому году исследования выбирается пять приоритетных примесей, по которым рассчитывается комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха ИЗА₅.

По полученным результатам необходимо определить долю вклада приоритетных загрязняющих веществ в общий объем загрязнения атмосферы.

Данные представленные в таблице необходимо изобразить графически (рисунок 3.1) и сделать соответствующий вывод об увеличении, стабильности, либо снижении уровня загрязнения на исследуемой территории.

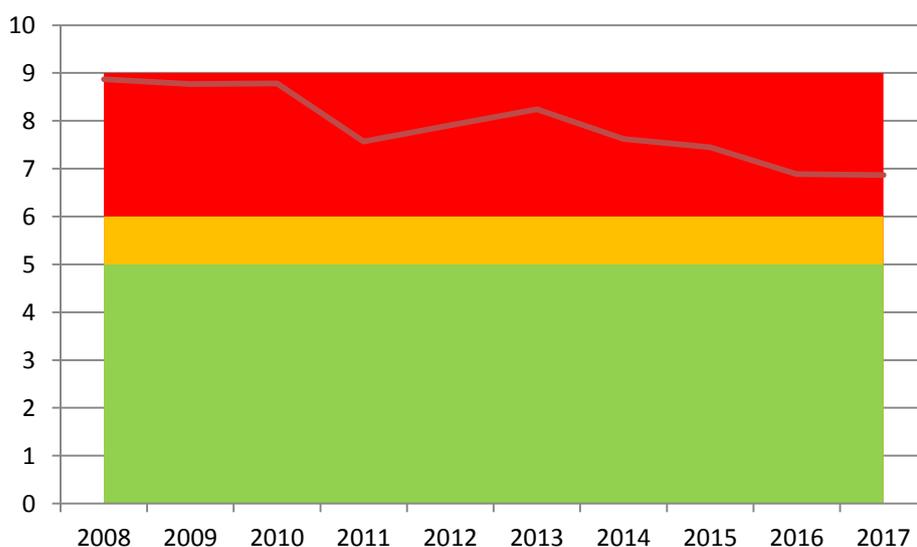


Рисунок 3.1 – Динамика ИЗА₅

С целью идентификации конкретного вещества оказывающего непосредственное влияние на значение комплексного показателя необходимо построить графические зависимости для тех веществ, значения которых менялись за исследуемый интервал времени.

При расчете необходимо учитывать, что в некоторых случаях концентрация загрязняющего вещества в атмосфере не достигает ПДК и, следовательно, $\frac{q_i}{ПДК_i} < 1$, при возведении в степень C_i значения становятся малой величиной и практически не влияют на величину комплексного ИЗА.

3.4 Контрольные вопросы

1. Методика расчета комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха.
2. Значения константы для веществ различных классов опасности по приведению к степени вредности.
3. Механизм определения уровня загрязнения атмосферы.
4. Принцип расчета стандартного приведенного индекса.
5. Нормативные документы, используемые в процессе расчета
6. Цель использования ежегодников о состоянии загрязнения атмосферы в городах на территории России.
7. Перечень наиболее приоритетных загрязняющих веществ.
8. Интегральные показатели оценки загрязненности воздуха.

3.5 Список рекомендуемых источников

- 1) Постановление главного государственного санитарного врача российской федерации от 22 декабря 2017 года N 165 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений"» (с изменениями на 31 мая 2018 года)// Техэксперт: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556185926>
- 2) Безуглая Э.Ю. Аналитический обзор / Э.Ю.Безуглая, Е.К. Завадская, Т.П.Ивлева, И.В.Смирнова, И.А.Воробьева. – Санкт-Петербург: Росгидромет, ГГО им. А.И. Воейкова. – 2009, 133 с. – ISBN 978-5-94856-583-5

3) Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию: РД 52.04.667-2005: утв. Заместителем Руководителя Росгидромета: ввод. в действие с 2006-02-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200067118>

4) Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – Выпуск 580 /Под редакцией д-ра физ.-мат. наук В. М. Катцова, д-ра физ.-мат. наук В. П. Мелешко. – Санкт-Петербург: © Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова», 2016. – 242 с. - ISSN 0367-1274

5) Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2017 г.». – Санкт-Петербург: ФГБУ «ГГО» Росгидромета, 2018. – 234 с. – ISBN 978-5-9500883-6-0

6) Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2016 г.». – Санкт-Петербург: ФГБУ «ГГО» Росгидромета, 2017. – 228 с. – ISBN 978-5-9500883-0-8

7) Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2015 г.» /под ред. д-ра геогр. наук Безуглой Э.Ю. – Санкт-Петербург: ФГБУ «ГГО» Росгидромета, 2015. – 255 с.

8) Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2006 г.». – Санкт-Петербург: ГУ «ГГО» Росгидромета, 2007. – 212 с. – ISBN 978-5-94856-468-5

4 Практическое занятие № 4 Ознакомление с программой Sasplanet. Картографическое нанесение СЗЗ промышленных объектов с использованием программы SAS Planet

Цель работы: овладение навыками умениями работы с навигационной программой, объединяющей возможности загрузки и просмотра карт и спутниковых фотографий земной поверхности картографических online-сервисов

4.1 Характеристика программы

Программа сочетает в себе все популярные карты, в число которых входят: Google Earth, Google Maps, Bing Maps, DigitalGlobe, Яндекс карты, YahooMaps, VirtualEarth, Gurtam, OpenStreetMap, eAtlas, iPhone maps, карты Генштаба, Navteq, GeoHub и др. Она позволяет просматривать карты со спутников (картография, космоснимок), определить местоположение в высоком разрешении в онлайн и оффлайн режимах.

Используется в различных операционных системах: Windows 7, Vista, Windows 8, Windows 10, Linux, IOS, Android.

Является публичной бесплатно распространяемой программой.

Возможности программы:

- измерение расстояний;
- формирование карты заполнения слоя – эта функция позволит просматривать загружены ли в кеш определённые области на карте;
- сохранение части карты в одно изображение, которое можно просмотреть и обработать в любом графическом редакторе, а также использовать в других ГИС-приложениях;

- сохранение мест на карте;
- использование карты обзора, которая обозначает местоположение того объекта, который в данный момент просматривается, а также позволяет быстро перейти к любому другому месту на карте;
- отображение файлов KML (формат, использующийся в Google Maps и Google Earth);
- загрузка и отображение объектов Wikimapia;
- поиск мест средствами интернет служб Google и Яндекс;
- добавление пользовательских карт;
- возможность использования GPS-приёмника для навигации.

4.2 Установка и настройка программы Sasplanet

Главная страница программы - <http://sasgis.org/sasplaneta>. Для начала работы нужно скачать и установить Sasplanet на ПК. На официальном сайте размещаются самые последние версии программы на русском, а также версии 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 годов.

Скачивание программы Sasplanet можно произвести на странице: <http://sasgis.org/download>.

Далее необходимо открыть файл SASPlanet.exe, который запускает программу.

4.3 Обзор панели инструментов

Для понимания того, как пользоваться программой, нужно ознакомиться с панелью инструментов.

Обзор пункта меню «Вид» представлен на рисунке 4.1.

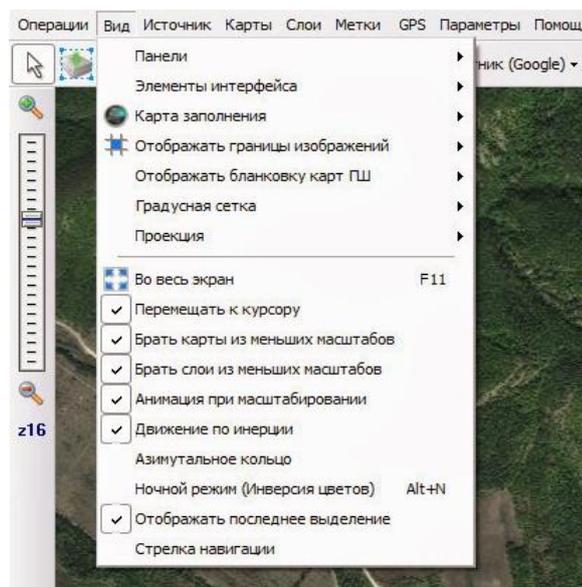


Рисунок 4.1 – Обзор пункта меню «Вид»

Пункт меню «Параметры» позволяет изменить язык интерфейса. Их несколько: а) английский, б) русский, в) украинский (рисунок 4.2).

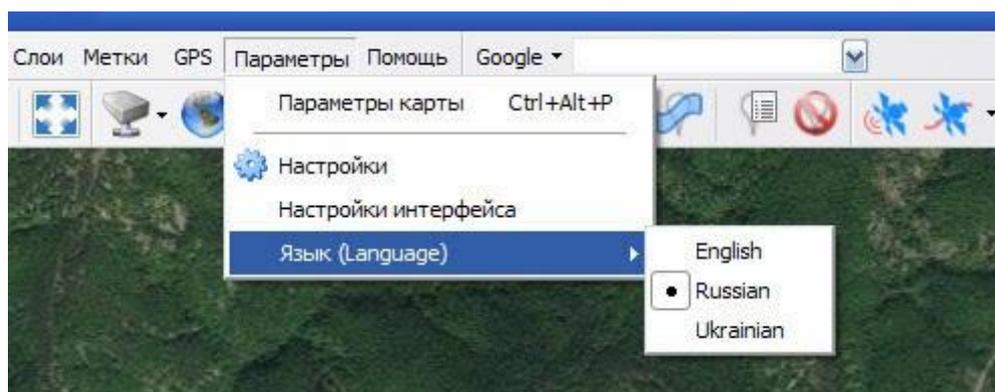


Рисунок 4.2 – Обзор пункта меню «Параметры»

В разделе «Параметры карты» при необходимости задаются горячие клавиши для наиболее часто используемых карт и слоёв (например, «G» – Карты Google, «S» – спутниковые снимки от Google, «T» – топографические карты). В таком случае переключаться между картами, а также включать и выключать слои можно будет одним нажатием.

В меню «Карты», производится выбор необходимой для работы карты (Google, Яндекс-карты, спутниковые снимки, топографические карты Генштаба СССР, исторические карты (например, 19 века), карты OpenStreetMap и многое другое (рисунок 4.3).

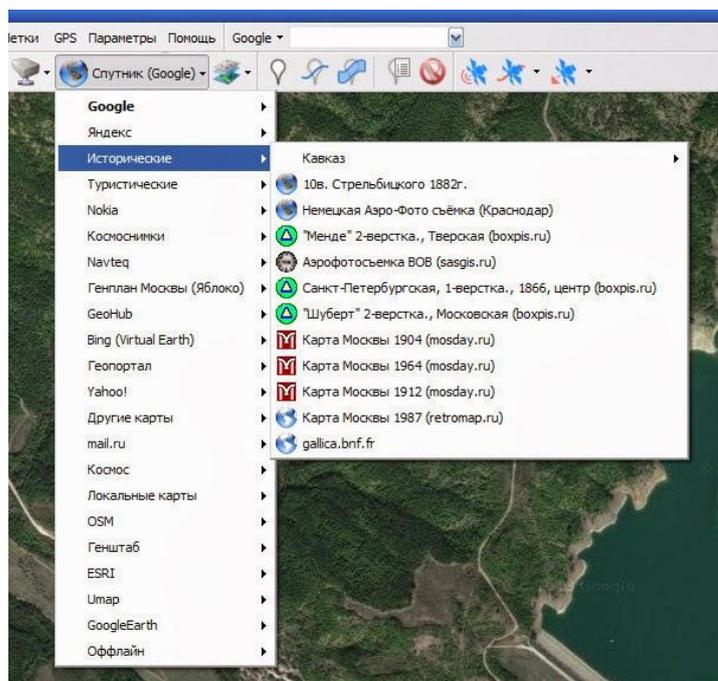


Рисунок 4.3 – Обзор пункта меню «Карты»

На рисунке 4.4 показана Сакмарская ТЭЦ с использованием Google карты (а) и топографической карты Генштаба (б).



а)

б)

Рисунок 4.4 – Использование Google карты и топографической карты Генштаба

В программе можно включить отображение одного из слоёв, который будет наложен сверху на просматриваемую в данный момент карту. Из полезных слоёв можно выделить Google Гибрид, Panoramio, Wikimapia, Mapsurfer (контуры высот) (рисунок 4.5).

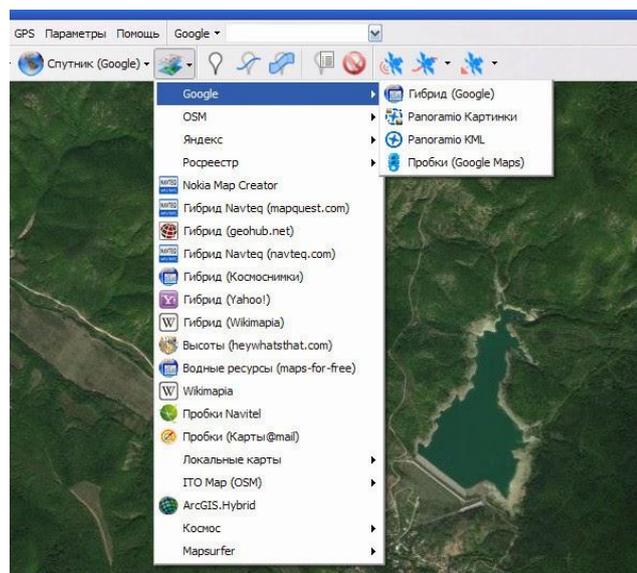


Рисунок 4.5 – Обзор пункта меню «Слой»

Чтобы найти исследуемую территорию на карте, достаточно воспользоваться расположенной сверху строкой поиска. Аналогичным образом осуществляется поиск и по заданным координатам. Для этого выбирается из выпадающего списка раздел «Coordinates» и в окно поиска вводятся нужные цифры (рисунок 4.6).

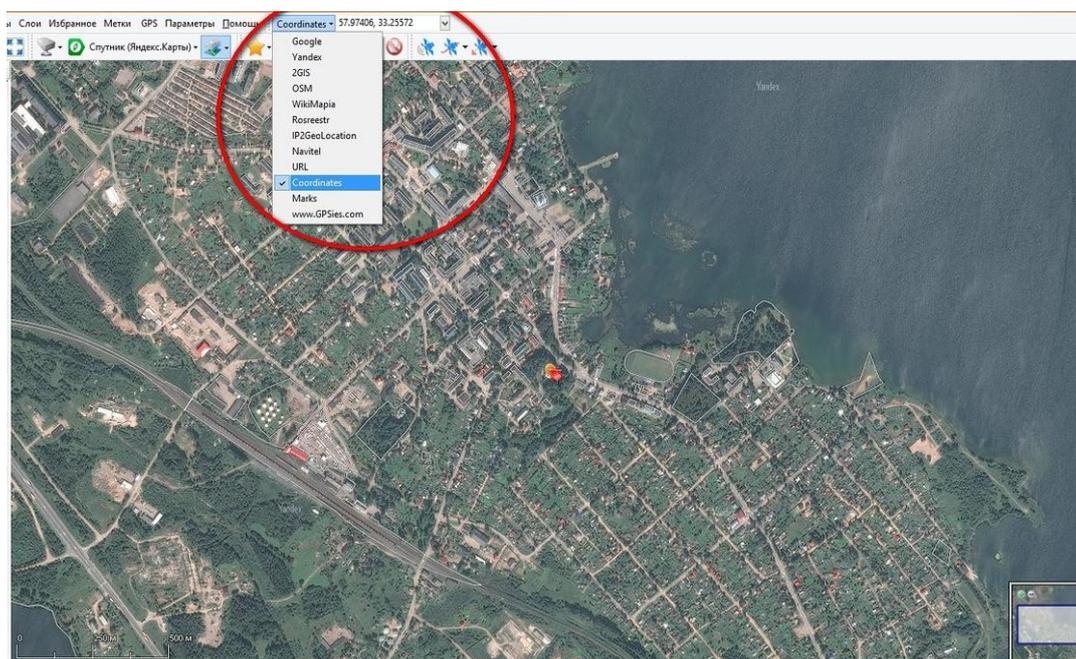


Рисунок 4.6 – Обзор пункта меню «Поиск»

Режимы просмотра переключаются в меню «Источник». Наиболее удобен пункт «Интернет и кэш», то есть, будут показываться те изображения, которые уже есть в кэше, а недостающие – скачиваться из интернета. Поскольку некоторые провайдеры регулярно производят обновление карт, необходимо периодически

включать пункт «Интернет». В данном случае изображения будут показываться исключительно из интернета, при этом они будут сохраняться на компьютер, заменяя более старые фрагменты, что позволяет обновить хранящийся имеющийся кэш (рисунок 4.7).

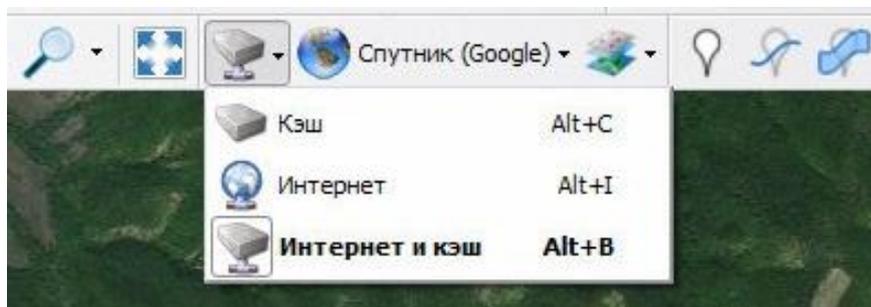


Рисунок 4.7 – Обзор пункта меню «Источник»

Функционал софта позволяет определить высоту любой точки на карте. Для этого определяем нужный объект и используем правую кнопку мыши. В появившемся контекстном меню выбирается пункт «Дополнительные операции» (рисунок 4.8).

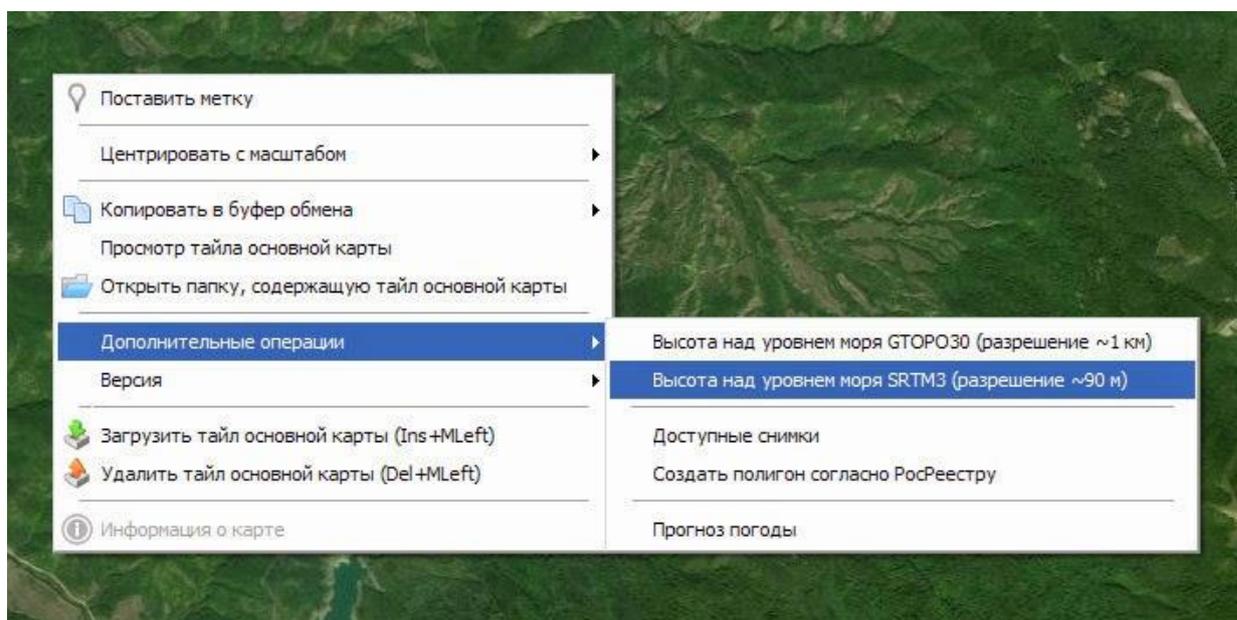


Рисунок 4.8 – Определение высоты исследуемой точки на карте

Инструмент «Операции с выделенной областью». Позволяет выделить любую область на карте и производить склейку, формировать предыдущие слои, удалять метки с выделенной области и т.д. (рисунок 4.9).

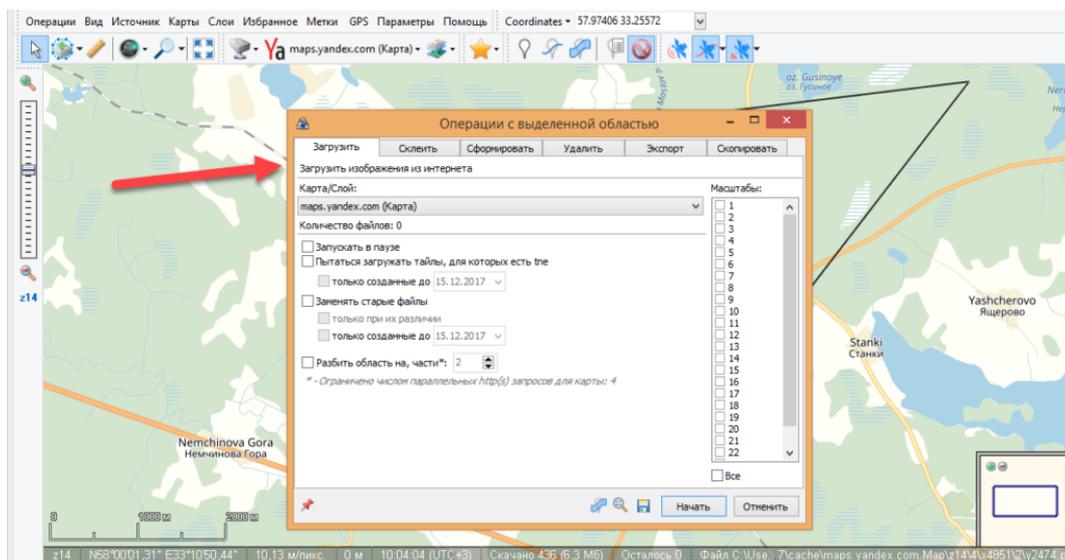


Рисунок 4.9 – Обзор инструмента «Операции с выделенной областью»

Элемент «Измерить расстояние». Поставив две точки в необходимых участках, на экран выводится расстояние в метрах. На примере измерена длина пути от учебного корпуса № 3 до пр. Победы (рисунок 4.10).

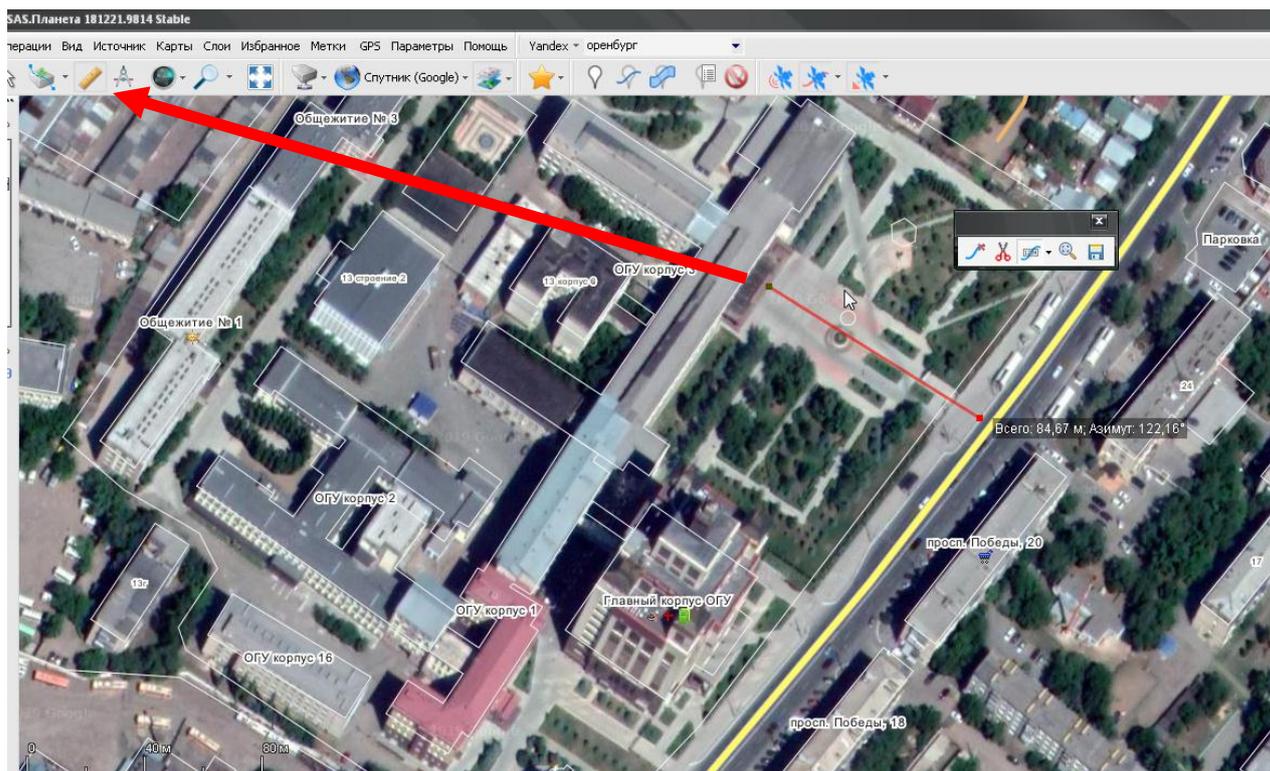


Рисунок 4.10 – Обзор элемента «Измерить расстояние»

Функция «Добавить полигон» – установленные точки на карте образуют выделяют необходимую область. Инструмент для обозначения определенной области на местности (рисунок 4.11).

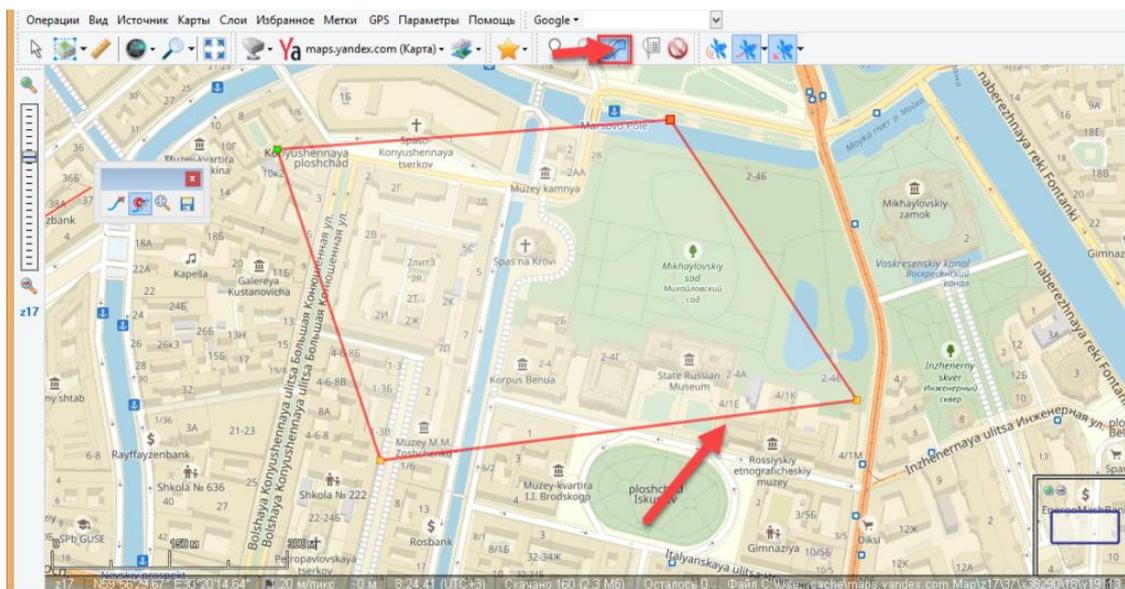


Рисунок 4.11 – Обзор инструмента для обозначения определенной области на местности

Таким образом, например, выделяются границы промышленных объектов и санитарно-защитных зон (рисунок 4.12).



Рисунок 4.12 – Границы промплощадки и СЗЗ исследуемых объектов

Для создания на карте СЗЗ, определяемой от источника выбросов загрязняющих веществ (в случае наличия высоких источников нагретых выбросов, $H > 50$ м) необходимо активировать функцию «Циркуль» (рисунок 4.13).

Впоследствии определив источник загрязнения сформировать СЗЗ в виде окружности заданным радиусом. Радиус с точностью до 1 м целесообразно указывать в строке задач строимой окружности.

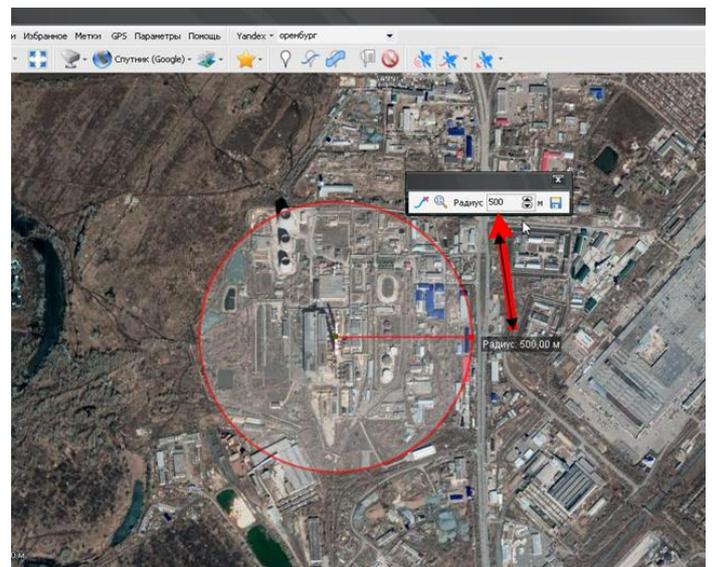
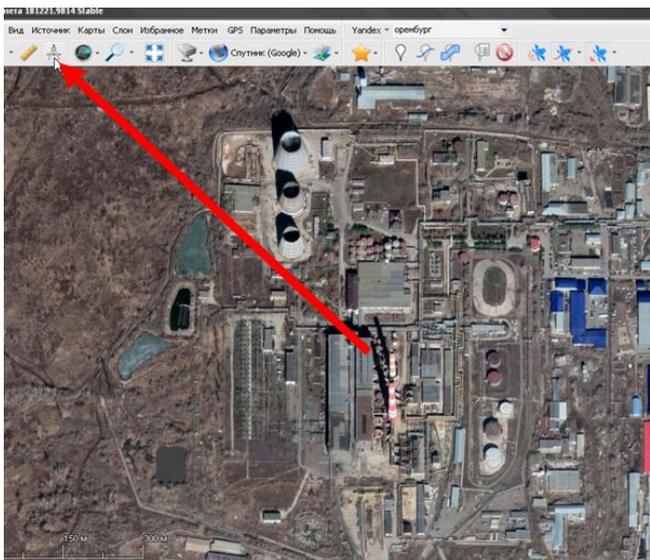


Рисунок 4.13 – Обзор функции «Циркуль»

При выполнении определенных заданий (например, расчет степени озеленения) необходимо знать значение площади выделенной плоскости. Для этого определяется нужный объект и используется правую кнопку мыши. В появившемся контекстном меню выбирается пункт «Информация о метке» (рисунок 4.14).

После нажатия данного пункта меню, в открывшемся окне появится необходимая информация о полигоне.

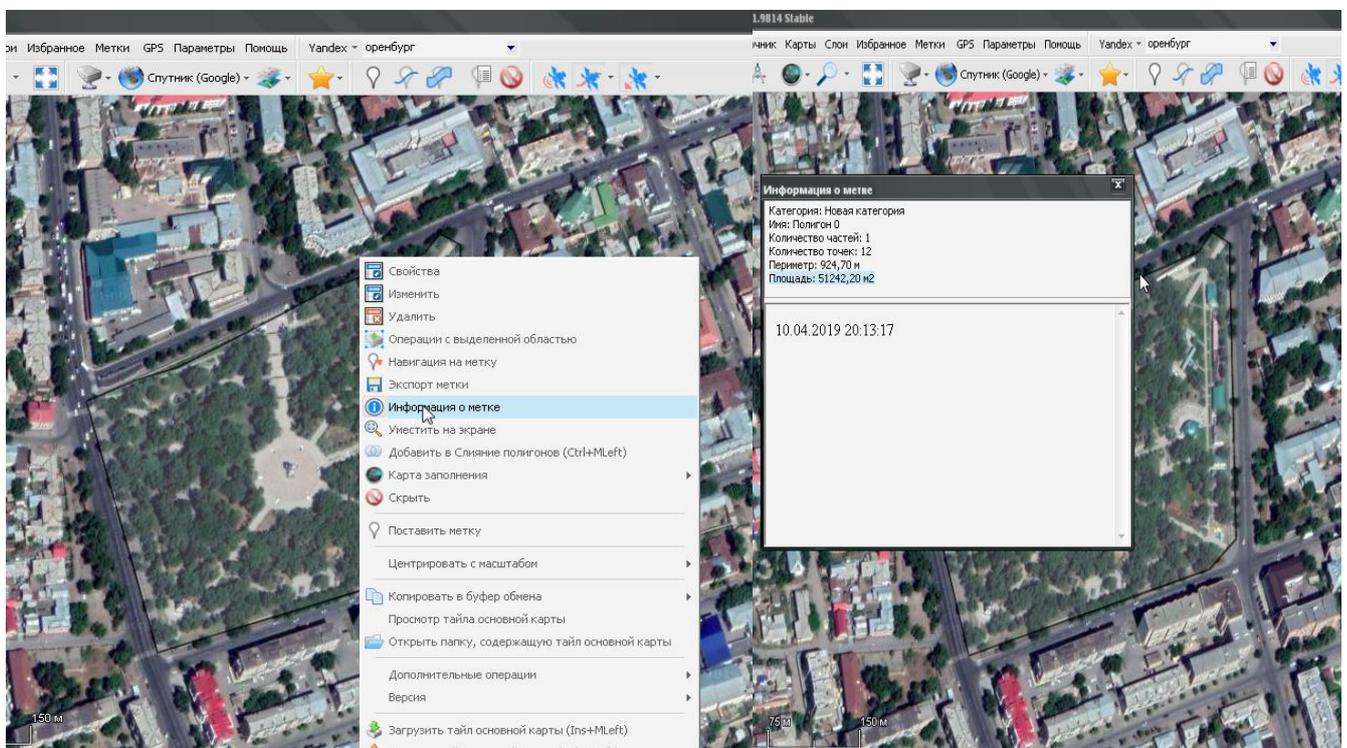


Рисунок 4.14 – Обзор пункта «Информация о метке»

Все оставленные метки можно скрыть с помощью кнопки «Скрыть все метки» (рисунок 4.15).

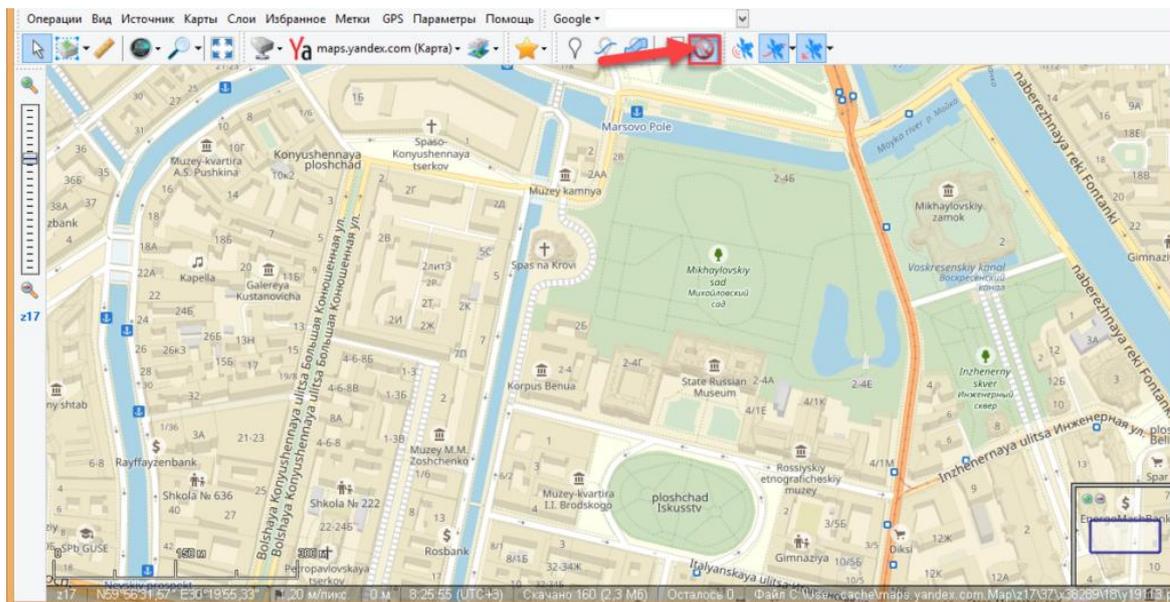


Рисунок 4.15 – Расположение кнопки «Скрыть все метки»

Последние три элемента на панели инструментов отвечают за GPS-навигацию карты.

Программа обладает рядом преимуществ перед аналогичными геосервисами, предоставляющими возможность просмотра картографического материала:

- возможность работы с картами в оффлайн-режиме, загрузив их в кэш;
- большое количество сервисов для навигации, объединенные в один инструмент;
- проставление меток, составление маршрутов;
- создание и сохранение собственных карт с возможностью их использования в других программах;
- высокая скорость работы.

4.4 Контрольные вопросы

1. Какие операционные системы используются для работы с программой?
4. Возможности программы Sasplanet.

3. Порядок установки программы.
4. Функции пункта меню «Вид».
5. Функции пункта меню «Параметры» .
6. Возможности меню «Карты».
7. Наиболее полезные слои программы.
8. Способы поиска исследуемой территории.
9. Режимы просмотра карт
10. Механизм определения высоты исследуемых территорий на карте
11. Принцип работы с элементом «Измерить расстояние»
14. С помощью какой функции выделяются границы промышленных объектов и санитарно-защитных зон

4.5 Список рекомендуемых источников

- 1) Обзор программы Sasplanet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sasplanet.ru>
- 2) SASGIS. Веб-картография и навигация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sasgis.org/sasplaneta>
- 3) SASGIS. Веб-картография и навигация. Стабильные версии для загрузки программы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sasgis.org/category/updates/updates-sas-planet>
- 4) Видеоуроки по SAS.Planet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forum.sasgis.org/viewtopic.php?p=46090>

5 Практическое занятие № 5 Анализ природного потенциала загрязнения атмосферы

Цель работы:

Овладеть навыками определения метеорологического потенциала загрязнения атмосферы (МПА), коэффициента самоочищения атмосферы (К) и природного потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) в регионе исследования.

Задание к работе:

1) определить природный потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) в исследуемом районе по карте-схеме «Районирование территории по природному потенциалу загрязнения атмосферы» представленной на рисунке 5.1;

2) используя текстовую характеристику к картосхеме районирования территории по климатическим условиям, определяющим рассеивающую способность атмосферы, дать характеристику ПЗА исследуемого района;

3) рассчитать величину метеорологического потенциала загрязнения атмосферы и определить условия рассеивания загрязняющих веществ;

4) определить коэффициент самоочищения атмосферы для исследуемого населенного пункта, используя климатические данные. Полученные значения сравнить с интервалами значений по рассеиванию.

5.1 Общие положения

Природный потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) – совокупность метеорологических и климатических факторов, определяющих условия рассеивания выбросов в атмосфере и ее самоочищение.

При районировании территории по ПЗА учитываются:

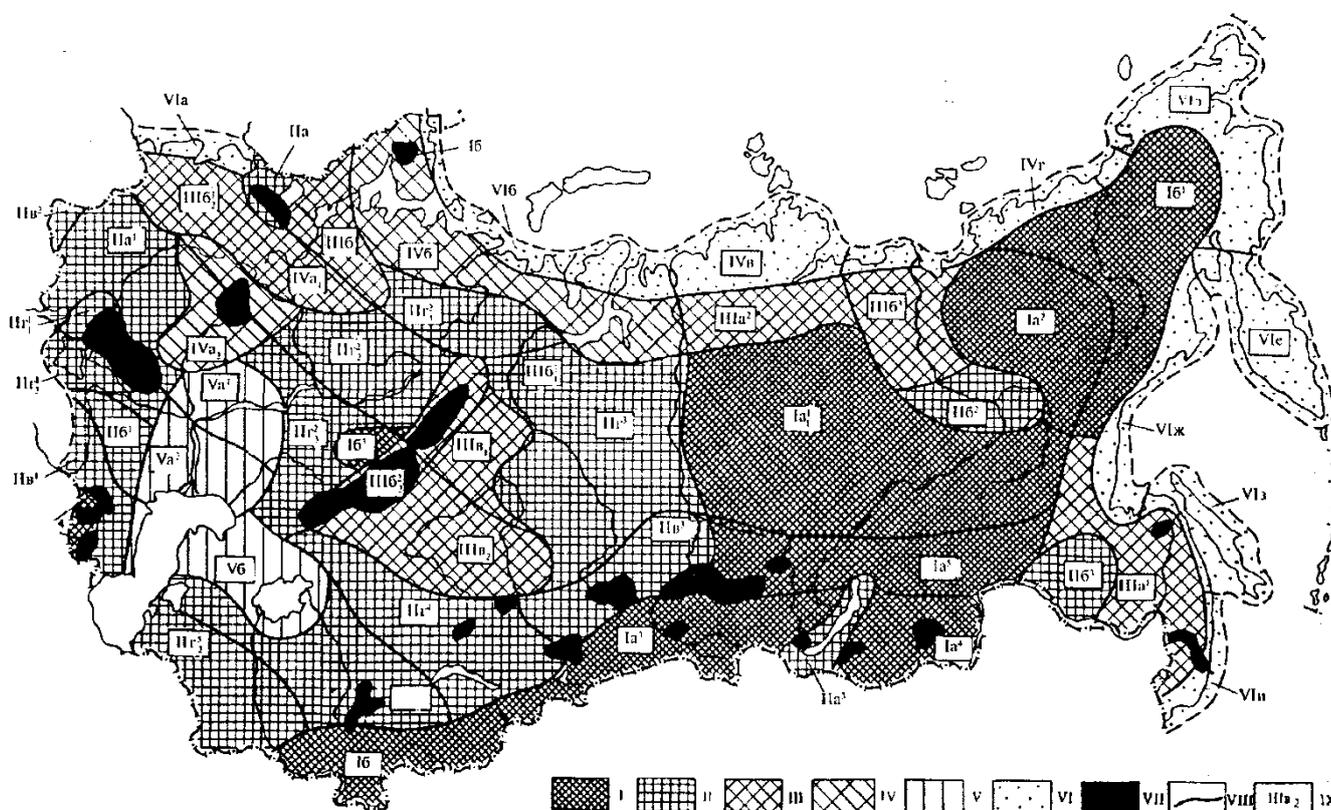
– характеристики воздушного переноса (направление, абсолютные значения,

интенсивность).

– факторы, способствующие загрязнению атмосферы (штили, туманы, изотермические инверсии).

– факторы, способствующие самоочищению атмосферы (осадки, ветер более 6 м/с, безморозный период и т.д.).

На территории России выделяется *шесть классов ПЗА* (рисунок 5.1). Высокую экологическую опасность при промышленном освоении территории определяет не только высокий потенциал загрязнения атмосферы, но и другие климатические параметры, в частности степень экстремальности природных условий.



Классы потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА): I – высокий опасный (ПЗА-I); II – повышенный (ПЗА-II); III – умеренный (ПЗА-III); IV – пониженный (ПЗА-IV); V – низкий (ПЗА-V); VI – очень низкий (ПЗА-VI); VII – территории с высокой занятостью ПЗА промышленностью; VIII – границы районов и подрайонов; IX – индексы районов и подрайонов

Рисунок 5.1 – Карта-схема «Районирование территории по природному потенциалу загрязнения атмосферы»

В целом высокой экологической опасностью обладают территории с *высоким потенциалом загрязнения атмосферы* (ПЗА-I), особенно в районах сильной промышленной освоенности.

Следующая градация – *территории с повышенным потенциалом загрязнения атмосферы* (ПЗА-II), которым присуща повышенная экологическая опасность, резко возрастающая в промышленно освоенных и урбанизированных районах и в районах действия экстремальных и стихийных процессов.

Для территорий с *умеренным потенциалом загрязнения атмосферы* (ПЗА-III) характерна низкая экологическая опасность промышленного освоения, за исключением промышленных районов Среднего и Южного Урала и высокоширотных районов с экстремальными природными условиями.

Четвертая градация – *пониженный потенциал загрязнения атмосферы* (ПЗА-IV) – характеризуется низкой степенью экологической опасности.

Для следующих градаций (ПЗА-V и ПЗА-VI) с *низкими значениями потенциала загрязнения атмосферы* возрастание экологической опасности происходит в районах действия пыльных бурь и в районах побережий морей с высокой встречаемостью стихийных бедствий и экстремальным климатом.

5.2 Метеорологические условия загрязнения воздуха

Уровень загрязнения воздуха в городе определяется количеством поступающих в атмосферу загрязняющих веществ и метеорологическими условиями.

Направление и скорость ветра. Зависимость уровня загрязнения воздуха в городе от направления ветра является достаточно простой. Если предприятия располагаются на окраине или за пределами города, то концентрации в городских кварталах растут при переносе выбрасываемых примесей со стороны источников

выбросов. Однако и в таких простых случаях влияние направления ветра на уровень загрязнения воздуха в городе следует специально изучать, поскольку нужно учитывать, что поток воздуха может быть искажен под влиянием сложного рельефа, водоемов, а также непосредственным тепловым воздействием крупных промышленных комплексов. Неблагоприятные направления ветра могут выявляться и при равномерном расположении источников на территории города за счет различных эффектов наложения выбросов.

В зависимости от скорости ветра на уровне флюгера выявляется наличие двух максимумов загрязнения воздуха: при штиле и при скорости ветра около 4-6 м/с, что связано с действием двух классов источников – высоких и низких.

Термическая устойчивость атмосферы. Температура воздуха. Термическая устойчивость характеризуется вертикальной разностью температуры воздуха ΔT . В среднем, загрязнение воздуха повышено, когда штиль сопровождается приземной инверсией, т. е. в ситуации застоя воздуха. При застое практически отсутствует перенос воздуха и резко ослаблено его вертикальное перемешивание.

Вместе с тем, в условиях застоя, не всегда отмечается высокий уровень загрязнения воздуха, а только в 60-70 % случаев. Это означает, что наряду с процессом переноса и рассеивания примесей существуют и другие факторы, определяющие уровень концентраций примесей в городе.

Одним из таких факторов является термическое состояние воздушной массы, характеризующееся температурой воздуха. В зимнее время чаще всего обнаруживается повышение уровня загрязнения при понижении температуры.

Осадки. Туманы. Осадки вымывают примеси из атмосферы.

Восстановление исходного уровня загрязнения воздуха в городе происходит постепенно, примерно в течение 12 ч.

Воздух наиболее чист сразу после выпадения осадков. В первые 12 ч после их выпадения повторяемость высоких концентраций ниже, чем в последующие часы. Степень очищения воздуха зависит от количества осадков – чем больше их выпадает, тем чище воздух.

Указанные зависимости относятся к общегородскому загрязнению воздуха, к концентрациям, формирующимся вне прямого воздействия источников. При непосредственном переносе выбросов со стороны источников эффект вымывания примесей из воздуха проявляется в меньшей степени.

В туманах загрязнение воздуха повышается. Здесь происходит поглощение примесей каплями. Однако эти примеси вместе с каплями остаются в приземном слое воздуха. За счет создания значительных градиентов концентраций (вне капель) происходит перенос примесей из окружающего пространства в область тумана. В связи с этим суммарная концентрация примесей возрастает. Значительную опасность представляет наличие над зоной тумана факелов дыма, которые под воздействием указанного эффекта распространяются в приземный слой воздуха.

5.3 Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы

Влияние метеорологических факторов на уровень загрязнения атмосферы проявляется более четко, если рассматривается сочетание метеорологических величин. В последнее время наряду с такими комплексными характеристиками, как потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) и рассеивающая способность атмосферы (РСА), используется коэффициент самоочищения атмосферы.

На рисунке 5.2 представлена карта по метеорологическому потенциалу рассеивающей способности атмосферы.

Чем больше по абсолютной величине МПЗА, тем хуже условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если МПЗА меньше 1, то в рассматриваемый период времени повторяемость процессов, способствующих очищению атмосферы, преобладает над повторяемостью процессов, способствующих накоплению в ней вредных примесей. В этом случае создаются хорошие условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если МПЗА больше 1 – наоборот, преобладает повторяемость процессов, способствующих накоплению вредных примесей.

Таким образом, граничные условия для выделения территорий по степени их предрасположенности к накоплению или рассеиванию примесей характеризуются следующими интервалами: $МПЗА < 0,8$ – зона с благоприятными условиями для рассеивания примесей; $0,8 \geq МПЗА \leq 1,2$ – буферная зона или зона риска, в которой с одинаковой вероятностью могут наблюдаться процессы, способствующие как загрязнению атмосферного воздуха, так и ее самоочищению; $МПЗА > 1,2$ – зона с неблагоприятными условиями для рассеивания примесей; $МПЗА > 2,4$ – зона с крайне неблагоприятными условиями для рассеивания примесей;

Для определения коэффициента самоочищения атмосферы (К) используется формула, в которой учитывается повторяемость условий, приводящих к накоплению вредных примесей в атмосфере и условия, способствующие удалению этих примесей.

$$K = \frac{P_{ш} + P_{т}}{P_{в} + P_{о}} \quad (5.2)$$

где $P_{ш}$ – «штиль», повторяемость дней со скоростью ветра от 0 до 1 м/с, %;

$P_{т}$ – повторяемость дней с туманами, %;

$P_{в}$ – повторяемость дней со скоростью ветра ≥ 6 м/с, %;

$P_{о}$ – повторяемость дней с осадками $\geq 0,5$ мм, %.

Полученное по данной зависимости значение коэффициента (К) характеризует, в первую очередь, условия накопления, а не рассеивания. В связи с

этим коэффициентом самоочищения атмосферы целесообразнее считать величину обратную $K - K'$, которая определяется по следующей формуле:

$$K' = \frac{1}{K} \quad (5.3)$$

Для районов, где повторяемость туманов незначительна, но присутствует явление повторяемости приземных задерживающих слоев (ПЗС), при расчете K' учитывают вместо повторяемости туманов (Π_t) повторяемость дней с характерной инверсией ($\Pi_{ин}$). В этом случае формула приобретает следующий вид:

$$K' = \frac{\Pi_{в} + \Pi_{о}}{\Pi_{ш} + \Pi_{ин}} \quad (5.4)$$

В зависимости от значения коэффициента K' характеризуют условия состояния воздушной среды такие как: при $K' \leq 0,25$ складываются условия крайне неблагоприятные для рассеивания; при $0,25 < K' \leq 0,4$ – неблагоприятные; при $0,4 < K' \leq 0,8$ – относительно неблагоприятные; при $0,8 < K' \leq 1,25$ – относительно благоприятные и при $K' > 1,25$ – благоприятные условия.

Коэффициент самоочищения атмосферы позволяет оценить вклад метеорологических величин и явлений в формирование уровня загрязнения воздуха.

5.4 Исходные данные для расчета

Вариант 1 Волгоград, областной центр

Крупный промышленный, административный и культурный центр, речной порт и транзитный узел, связывающий реки Дон и Волгу, узел шоссейных, железнодорожных и воздушных линий.

Географическое положение: в юго-восточной части Европейской территории России, в низовьях Волги, на правом ее берегу.

Климат: континентальный, зона повышенного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
осадки, число дней	125	187
скорость ветра, м/с	3,8	2,2
повторяемость приземных инверсий температуры, %	39	34
повторяемость застоев воздуха, %	9	3
повторяемость ветров со скоростью 0–1 м/с, %	22	16
повторяемость приподнятых инверсий температуры, %	42	35
повторяемость туманов, %	10	4

Значительным источником загрязнения атмосферного воздуха являются пруды накопители-испарители в южной промзоне.

Вариант 2 Воронеж, областной центр

Крупный промышленный, административно-территориальный и культурный центр Российской Федерации.

Географическое положение: на юго-востоке Среднерусской возвышенности на берегу р. Воронеж.

Климат: континентальный, зона умеренного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017г.
частота повторяемости осадков, число дней	198	218
среднегодовая скорость ветра, м/с	4,2	2,8

приземные инверсии температурного фактора, %	-	19
среднегодовой процент застоев воздуха	-	6
Среднегодовые данные	Многолетние	2017г.
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	26	24
приподнятые инверсии температуры, %	-	46
частота туманов в году, %	2	1,6

Выбросы автомобилей составляют 88 % от антропогенных выбросов.

Вариант 3 Екатеринбург, центр Свердловской области

Крупный промышленный, административно-территориальный и культурный центр Уральского экономического района. Основные железнодорожные магистрали и авиалинии, соединяющие Европейскую территорию страны с Сибирью, проходят через весь город.

Географическое положение: в восточных предгорьях Среднего Урала, на берегу р. Исеть. Климат: континентальный, зона повышенного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	239	245
среднегодовая скорость ветра, м/с	3,0	2,7
Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
приземные инверсии температурного фактора, %	38	35
среднегодовой процент застоев воздуха	27	21
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	23	23
приподнятые инверсии температуры, %	32	36
частота туманов в году, %	0,7	0,3

Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составляет 88% антропогенных выбросов.

Задание 4 Казань, столица республики Татарстан

Крупный промышленный, административно-территориальный и культурный центр Среднего Поволжья, имеется аэропорт, речной порт, крупный узел шоссейных и железнодорожных линий.

Географическое положение: на левом берегу Волги (Куйбышевское водохранилище) при впадении в нее р.Казанка. Долина Казанки делит город на две части: западную (правобережную) и восточную (левобережную).

Климат: континентальный, зона повышенного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	212	242
среднегодовая скорость ветра, м/с	2,8	1,9
приземные инверсии температурного фактора, %	47	37
среднегодовой процент застоев воздуха	29	32
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	27	17
приподнятые инверсии температуры, %	26	36
частота туманов в году, %	0,7	1,0

Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составляет 91 %.

Вариант 5 Красноярск, краевой центр

Крупный промышленный, административно-территориальный и культурный центр Восточно-Сибирского экономического района, железнодорожный узел.

Географическое положение: на берегах р. Енисей, в среднем его течении, на стыке трех геоморфологических структур – долины р. Енисей и плато, прилегающих к долине, в предгорьях Восточного Саяна.

Климат: резко континентальный, зона высокого ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	217	246
среднегодовая скорость ветра, м/с	2,2	1,8
приземные инверсии температурного фактора, %	42,4	49
среднегодовой процент застоев воздуха	34,7	36
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	42	50
приподнятые инверсии температуры, %	20	15
частота туманов в году, %	0,8	0,2

Выбросы автомобилей составляют 35 % от суммарных выбросов.

Вариант 6 Нижний Новгород, областной центр

Крупный промышленный, административно-территориальный, торговый и культурный центр, аэропорт, речной порт, узел шоссейных и железнодорожных линий.

Географическое положение: на Восточно-Европейской равнине, в месте слияния рек Волга и Ока.

Климат: умеренно-континентальный, зона умеренного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	180	180
среднегодовая скорость ветра, м/с	3,5	1,6
приземные инверсии температурного фактора, %	35	23
среднегодовой процент застоев воздуха	9,5	10

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	22	46
приподнятые инверсии температуры, %	-	37
частота туманов в году, %	2,0	0,5

Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составляет 69 %.

Вариант 7 Новосибирск, областной центр

Крупный промышленный, территориальный, культурный и научный центр Западно- Сибирского экономического района, речной порт, узел шоссейных и железнодорожных линий, аэропорт.

Географическое положение: на юго-востоке Западно-Сибирской равнины, на берегах р.Оби.

Климат: континентальный, зона повышенного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	188	221
среднегодовая скорость ветра, м/с	4,1	2,6
приземные инверсии температурного фактора, %	30	32
среднегодовой процент застоев воздуха	10	14
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	-	27
приподнятые инверсии температуры, %	Многолетние	2017 г.
частота туманов в году, %	56	29
частота повторяемости осадков, число дней	7	1,2

Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составляет 59 %.

Вариант 8 Омск, областной центр

Крупнейший промышленный, административно-территориальный и культурный центр. На территории города расположены железнодорожный и речной вокзалы, аэропорт.

Географическое положение: на юге Западно-Сибирской низменности, в долине Иртыша при впадении в него р.Омь.

Климат: континентальный, зона умеренного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	158	206
среднегодовая скорость ветра, м/с	2,3	2,2
приземные инверсии температурного фактора, %	41	35
среднегодовой процент застоев воздуха	19	20
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0 м/с –1 м/с), %	32	30
приподнятые инверсии температуры, %	-	24
частота повторяемости осадков, число дней	0,8	1,2

Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составляет 34 %.

Вариант 9 Оренбург, областной центр

Крупный промышленный, административно-территориальный и культурный центр Уральского экономического района, аэропорт, узел шоссейных и железнодорожных линий.

Географическое положение: на Южном Урале, на р. Урал.

Климат: континентальный, зона повышенного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	194	159
среднегодовая скорость ветра, м/с	-	-
приземные инверсии температурного фактора, %	35,6	34,2
среднегодовой процент застоев воздуха	6,4	6,6
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	14,6	27
частота повторяемости осадков, число дней	0,6	0,1

Вариант 10 Пермь, областной центр

Крупный промышленный, административно-территориальный, научный и культурный центр, речной порт, железнодорожный узел.

Географическое положение: в Предуралье, на востоке Восточно-Европейской равнины, на берегах реки Камы.

Климат: умеренно-континентальный, зона повышенного ПЗА. Метеорологические условия Западного Урала влияют на качество атмосферного воздуха в Перми.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	194	248
среднегодовая скорость ветра, м/с	3,2	2,5
приземные инверсии температурного фактора, %	41	36
среднегодовой процент застоев воздуха	12	15
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	22	27
частота повторяемости осадков, число дней	33	33

Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составляет 73 %.

Вариант 11 Самара, областной центр

Крупнейший промышленный центр Среднего Поволжья, административно-территориальный и культурный центр, речной порт, узел шоссейных и железнодорожных линий.

Географическое положение: на левом берегу р. Волга. Центральная, наиболее старая часть города, лежит между Волгой и ее притоками — реками Самара и Сок.

Климат: умеренно-континентальный, зона повышенного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	211	207
среднегодовая скорость ветра, м/с	38,5	37,6
приземные инверсии температурного фактора, %	12,7	4,9
среднегодовой процент застоев воздуха	24,6	21,4
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	0,6	0,6

Выбросы автомобилей составляют 79 % от суммарных антропогенных выбросов.

Вариант 12 Уфа, столица республики Башкортостан

Промышленный, административно-территориальный и культурный центр, железнодорожный и автомобильный узел, крупный аэропорт.

Географическое положение: в пределах Прибельской равнины, к западу от хребтов Урала. Основная часть города расположена в междуречье рек Белой и Уфы. С трех сторон город опоясывает речное кольцо длиной 80 км. Южная, высокая часть города, прорезана долиной реки Сутолока, северная — расположена на плато и пересекается долиной реки Шугуровка.

Климат: континентальный, зона высокого ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017г.
частота повторяемости осадков, число дней	207	208
среднегодовая скорость ветра, м/с	30	43
приземные инверсии температурного фактора, %	21	21
среднегодовой процент застоев воздуха	8	13
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	32	60
частота повторяемости осадков, число дней	0,3	0,7

Выбросы автотранспорта составляют 35 % суммарных антропогенных выбросов.

Вариант 13 Челябинск, областной центр

Крупный индустриальный центр Урала, административно-территориальный и культурный центр, аэропорт, речной порт, узел шоссейных и железнодорожных линий.

Географическое положение: на Южном Урале, на р.Миасс.

Климат: умеренно-континентальный, зона повышенного ПЗА.

Среднегодовые данные	Многолетние	2017 г.
частота повторяемости осадков, число дней	158	182
среднегодовая скорость ветра, м/с	3,0	1,8
приземные инверсии температурного фактора, %	35	-
среднегодовой процент застоев воздуха	15	-
среднегодовая частота повторяемости ветра (скорость 0–1 м/с), %	-	46
частота повторяемости осадков, число дней	4,8	0,6

Выбросы автотранспорта составляют 37% от суммарных выбросов.

5.5 Контрольные вопросы

1. Как Вы понимаете термин природный потенциал загрязнения атмосферы? От чего зависит ПЗА?
2. Где лучше размещать промышленный объект – на территории с низким или высоким ПЗА?
3. Рационально ли размещать в России промышленные объекты на территориях с очень низким потенциалом загрязнения атмосферы и почему?
4. Что такое метеорологический потенциал загрязнения атмосферы?
5. условия для рассеивания примесей в атмосфере по МПЗА.
6. Характеристика территорий по степени их предрасположенности к накоплению или рассеиванию примесей.
7. Ранжирование территорий по коэффициенту рассеивания.
8. Основные параметры метеорологических условий загрязнения воздуха.
9. Принцип расчета метеорологического потенциала загрязнения атмосферы.

5.6 Список рекомендуемых источников

- 1) ГОСТ 17.21.04.87. Охрана природы. Атмосфера. Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы. Основные термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 5с.
- 2) Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов / Э.Ю. Безуглая. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 184 с.

3) Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере: Справочное пособие / Под ред. Э.Ю. Безуглой, М.Е. Берлянда. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 328 с.

4) Моргунов В.К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений/ В.К. Моргунов. – Ростов на Дону.: Феникс, 2005. – 331 с.

5) Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2006 г.». – Санкт-Петербург: ГУ «ГГО» Росгидромета, 2007. – 212 с. – ISBN 978-5-94856-468-5

6) Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2015 г.» /под ред. д-ра геогр. наук Безуглой Э.Ю. – Санкт-Петербург: ФГБУ «ГГО» Росгидромета, 2015. – 255 с.

7) Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2017 г.». – Санкт-Петербург: ФГБУ «ГГО» Росгидромета, 2018. – 234 с. – ISBN 978-5-9500883-6-0

8) Селегей, Т. С. О методике определения метеорологического потенциала загрязнения атмосферы / Т. С. Селегей, Н. Н. Филоненко, Т. Н. Ленковская // Оптика атмосферы и океана. – 2015. – Т. 28, № 8. – С. 725-729. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/357951>. – ISSN 0869-5695

6 Практическое занятие № 6 Анализ устойчивости урбанизированных территорий (на примере отдельного города РФ)

Цель работы: овладение навыками и умением установления пределов устойчивости исследуемых территорий

6.1 Общие положения

Установление пределов устойчивости существования экосистем – актуальная задача, решение которой крайне необходимо в настоящее время. Устойчивость – один из важнейших параметров любых систем, в том числе экологических. Пределы устойчивости экосистем в значительной степени определяются изменчивостью внешней среды при негативном влиянии антропогенного фактора. Устойчивость определяет способность системы сохранять свою структуру и функциональные особенности при изменениях среды, но она не может быть сохранена, если будет нарушен закон внутреннего динамического равновесия. Соблюдение норм оптимального соотношения территорий необходимо учитывать при строительстве в городах, так как именно там имеет место нерациональное развитие системы (территории), что и приводит к ее деградации.

Для урбанизированных территорий, где природные системы под воздействием антропогенного влияния заменены на природно- антропогенные, естественное равновесие может необратимо нарушаться.

Уровень устойчивости экосистем России колеблется в широких пределах: от 1-6 до 75-89 баллов (рисунок 6.1).

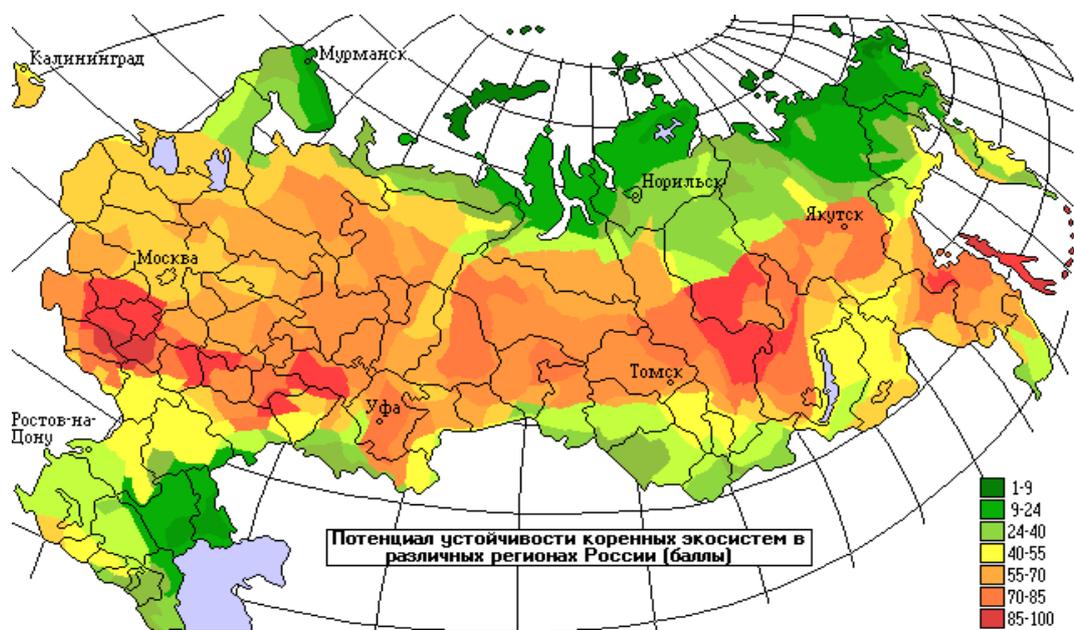


Рисунок 6.1 – Потенциал устойчивости экологических систем различных регионов России

Коренные экосистемы имеют наибольшую устойчивость. Максимальную устойчивость в России приходится на Предуралье (70-89), среднюю тайгу Сибири (55-89) и лесостепь Европейской России (40-89), а югу и к северу устойчивость экосистем снижается до 10 и 4 баллов соответственно. Минимум устойчивости экосистем в России наблюдается в арктических пустынях.

Потенциальная устойчивость экосистем России практически всюду в той или иной степени снижена за счет замены коренных типов экосистем менее устойчивыми антропогенными производными (агроценозами или вторичными лесами) или полным уничтожением при застройке и урбанизации. При этом максимальные по площади воздействия характерны именно для районов с самыми устойчивыми природными комплексами. Подобные возможности устойчивых экосистем хорошо иллюстрирует карта нарушенности природных экосистем (рисунок 6.2).

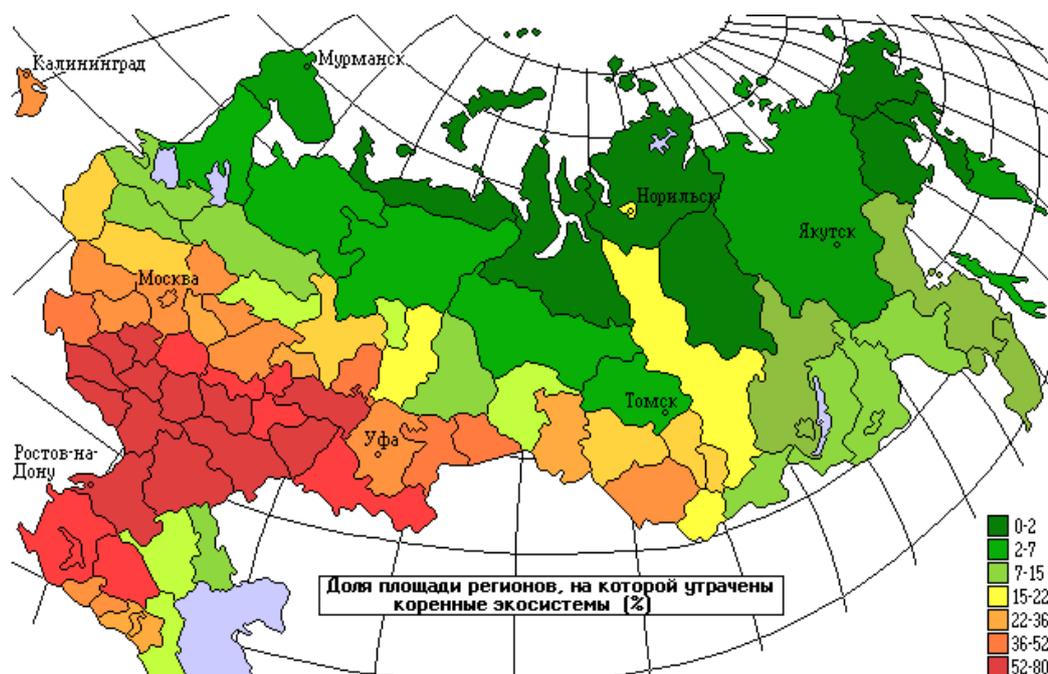


Рисунок 6.2 – Доля площади регионов, на которых утрачены коренные экологические системы

На приведенной карте видно, что потенциальная устойчивость экосистем России практически всюду в той или иной степени снижена за счет замены коренных типов экосистем, менее устойчивыми антропогенными производными (агроценозами или вторичными лесами) или полным уничтожением при застройке и урбанизации. При этом максимальные по площади воздействия характерны именно для районов с самыми устойчивыми природными комплексами.

На рисунке 6.3 приведен показатель, отражающий современный уровень устойчивости экосистем, учитывающий как потери площади коренных природных комплексов, так и снижение жизнеспособности антропогенных экосистем (агроценозов, вторичных лесов и пр.).

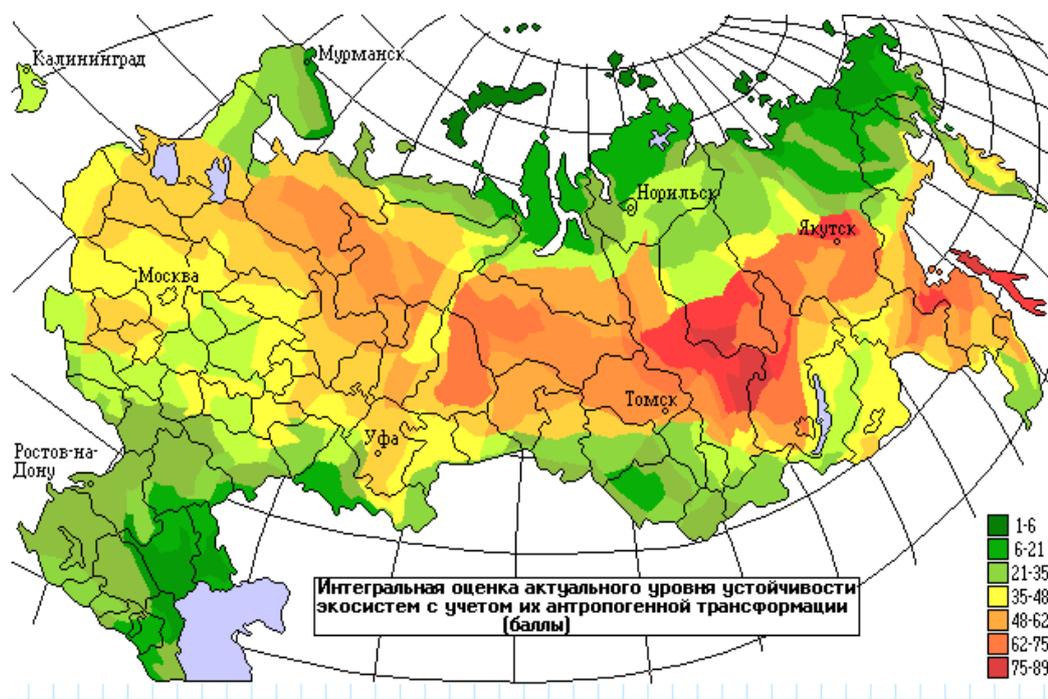


Рисунок 6.3 – Современный уровень устойчивости экосистем в баллах

В регионах с наиболее комфортными условиями жизни человека и хозяйственного развития практически исчерпаны возможности развития за счет ресурсов природной среды. Снижение устойчивости экосистем повышает их уязвимость к антропогенной трансформации, что крайне опасно для сохранения здоровья населения.

Что касается урбанизированных территорий, особенно городских, то с позиций градостроительной экологии решение проблемы устойчивости природно-антропогенных систем может основываться на генеральном плане городской застройки. С практической точки зрения, оценка экологической устойчивости любой территории необходима как основа для разработки предложений по ее системному хозяйственному и экологически устойчивому гармоничному развитию.

Рассматривая вопросы устойчивости и оптимизации ландшафтов, очень важно располагать системой количественных оценок и характеристик изучаемых процессов, а также знать качественные и количественные характеристики абиотических и биотических элементов ландшафта.

6.2 Методика расчета экологической устойчивости территории

Подход к определению экологической устойчивости региональной территории (ЭУТ) базируется на соотношении площадей, занятых различными элементами с учетом положительного и отрицательного воздействия их на окружающую среду. В этом случае, коэффициент экологической устойчивости региональной территории ($K_{эупт}$) можно представить в виде следующей модели:

$$K_{эупт} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{ni}}{\sum_{j=1}^n S_{mj}}, \quad (6.1)$$

где S_{ni} – площади, занимаемые элементами положительного i -го воздействия на окружающую среду, (км^2 или га) (леса, зеленые насаждения, естественные луга, заповедники, заказники и пахотные земли, занятые многолетними культурами: люцерной, клевером, травосмесями); S_{mj} – площади, занимаемые элементами отрицательного j -ого воздействия на окружающую среду (км^2 или га) (ежегодно обрабатываемые пашни, земли с неустойчивым травяным покровом, склонами, площадями под застройкой и дорогами, зарастающими или заиленными водоемами, местами добычи полезных ископаемых, другими участками, подвергшимися антропогенному опустошению).

Оценку ландшафта производят по шкале:

$K_{ЭСЛ}$	Характеристика ландшафта
$\leq 0,5$	Нестабильность хорошо выражена
0,51... 1,00	Состояние нестабильное
1,01...3,00	Состояние условно стабильное
4,51 и более	Стабильность хорошо выражена

Для оценки экологической устойчивости региональной территории принимаются во внимание характеристики биотехнических элементов влияющих на ЭУРТ.

Биотехнические элементы ландшафта оказывают неодинаковое влияние на его стабильность. Для оценки необходимо учитывать не только их площадь, но и внутренние свойства, а также качественное состояние (влажность и профиль биотопа, структура биомассы, геологическое строение, местоположение и морфология поверхности):

В этом, случае Кэурт² определяется по следующей формуле:

$$Кэурт^2 = \sum S_j K_{эj} K_{гм} / S_0, \quad (6.2)$$

где S_j – площадь занятая j -м биотехническим элементом; $K_{эj}$ – коэффициент, характеризующий экологическое значение j -го элемента на окружающую среду (например, площадь застройки – 0,01-0,05; пашня – 0,14; виноградники – 0,29; хвойные леса – 0,38; сады, лесные культуры, лесополосы – 0,43; огороды – 0,5; луга – 0,62, хвойно-широколиственные леса – 0,63; пастбища – 0,68; водоемы и водотоки – 0,79; лиственные леса – 1,0); $K_{гм}$ – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа (при расчетах принимается равным 1,0 для стабильного и 0,7 для нестабильного рельефа, например, рельеф песков, склонов, оползней); S_0 – площадь всей территории рассматриваемого ландшафта.

Оценку ландшафта производят по следующей шкале:

КЭСЛ ²	Характеристика ландшафта
≤ 0,33	Нестабильный
0,34...0,50	Малостабильный
0,51...0,66	Среднестабильный
Более 0,66	Стабильный

Расчеты по Кэурт1 и Кэурт2 дают основную информацию о степени экологической устойчивости исследуемого ландшафта, необходимую для выбора соответствующих мероприятий по его защите и реформированию.

Категория земель – это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению и имеющая определенный правовой режим. Отнесение земель к категориям осуществляется согласно действующему законодательству в соответствии с их целевым назначением и правовым режимом.

Земельный кодекс предусматривает 7 категорий земель:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли населенных пунктов;
- земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения;
- земли особо охраняемых территорий и объектов;
- земли лесного фонда;
- земли водного фонда;
- земли запаса.

Земельные угодья – это земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам. Учет земель по угодьям ведется в соответствии с их фактическим состоянием и использованием.

Сельскохозяйственные угодья – земельные угодья, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции.

К сельскохозяйственным угодьям отнесены: пашня; залежь; многолетние насаждения; кормовые угодья (сенокосы и пастбища);

К несельскохозяйственным угодьям отнесены:

- лесные площади и земли под лесными насаждениями;
- земли под водой, включая болота;

- земли застройки;
- земли под дорогами;
- нарушенные земли;
- прочие земли (овраги, пески, полигоны отходов, свалки, территории консервации и др.)

Задание:

1) провести расчет устойчивости городских экосистем для разных периодов существования города:

- в период до основной застройки _____ г.,
- при основной застройке в период с _____ г. по _____ г.
- при проектируемой постройке по последнему генеральному плану (к 2020 г.);

2) определить площади разного функционального значения в определенные периоды развития города. Коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа принять равным 1,0 для лесных, для особо охраняемых и водных территорий, а также территорий занятых лугами и полями. Для селитебной, сельскохозяйственной, рекреационной, болотной и промышленной зон коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа взять равным 0,7, как для нестабильных элементов ландшафта, подверженных антропогенному воздействию;

3) по результатам исследования сделать вывод и предложить ряд мероприятий по повышению устойчивости территории. Разработать мероприятия по увеличению стабильности городских экосистем, которые приведут к поддержанию на оптимальном уровне структуры функционального зонирования урбанизированных территорий, и провести трансформацию нестабильных элементов ландшафта в стабильные;

4) коэффициенты экологического значения, характеризующие влияние каждой функциональной зоны на окружающую среду использовать из используемой методики, либо рассчитать самостоятельно.

Коэффициент экологического значения для отдельных территорий – 0,79, для лесных – 0,69 (кустарников – 0,43, смешанных лесов – 0,6), для болотных территорий – 0,57, зоны лугов и полей – 0,65, еловых лесов – 0,38, луга – 0,62.

Коэффициент экологического значения для жилой (селитебной), общественно-деловой зон и зоны инженерно-транспортной инфраструктуры (отчуждения под карьеры и дорожную сеть)- 0,05, для производственной и особой экономической зон – 0,01, для рекреационной – 0,38, пляжей – 0,05

Для сельскохозяйственных территорий: значение коэффициентов пашни – 0,14, огородов – 0,5, пастбищ – 0,68.

Для особо охраняемых территорий коэффициент экологического значения – 0,55.

6.3 Образец заполнения задания

Объектом исследования является город _____

Город наделен статусом городского округа и расположен в _____ районе _____ (области) в _____ км от г. _____, на границе с _____, на берегах(у) _____

Численность населения около _____ тыс. человек, плотность – _____ человека на 100 га.

Площадь территории _____ га.

Город _____ относится к городам с (не) благополучной экологической обстановкой.

Город _____ располагается на (севере, юге...)
_____ области в районе _____.

Положительное влияние на общее экологическое состояние оказывает
_____.

С юга город ограничен _____ с востока
_____, с запада _____, с севера _____.

Река _____ протекает _____ (при наличии).

Кроме того, на территории города расположены
_____.

Вариант 1) В городе отсутствуют промышленные предприятия, способные сильно загрязнять атмосферу, воду и почвы.

Окрестности города в целом характеризуются относительно благополучной экологической обстановкой, что связано с отсутствием в непосредственной близости от города крупных промышленных предприятий, но, тем не менее, техногенное давление выявляется.

Вариант 2) На территории города расположено более _____ предприятий различного профиля, среди которых можно выделить промышленные, транспортные предприятия, предприятия, выпускающие строительные материалы и товары народного потребления, научно-исследовательские институты. Все они являются загрязнителями окружающей среды за счет выбросов в атмосферу, сбросов в поверхностные воды и поступления промышленных и бытовых отходов в окружающую среду.

Территория города расширяется. Поэтому так важно высокое внимание к экологическим проблемам, недопущение приближения к опасным уровням загрязнения, предвидение негативного влияния на окружающую среду новых и старых производств, контроль за состоянием поверхностных и подземных вод, а также атмосферного воздуха, почвенного покрова и растительности.

Есть (нет) проблемы с возрастающим транспортным потоком, изменением уровня грунтовых вод, возгоранием в летнее время посадок,

влиянием на ландшафт усиливающегося техногенного воздействия, наличием несанкционированных свалок.

История развития города неразрывно связана с развитием научно-производственного комплекса.

Для периода до основной застройки 1956 г. в г. _____ были выделены _____ зон(ы) различного функционального значения: _____

По методике определен Кэурт1.

Коэффициент экологической устойчивости региональной территории (Кэурт2) с учётом характеристик внутренних свойств и качественного состояния элементов ландшафта определен по формуле 2.

При основной застройке в период _____ гг. были выделены _____ зон различного функционального значения:

Например:

Общая площадь территории (региона) – _____ тыс. км².

Площадь, занятая лесами – _____ тыс. км².

Площадь, занятая водной поверхностью – _____ тыс. км².

Площадь, занятая сельхозугодиями – _____ тыс. км².

Площадь, занятая городским хозяйством, включая сельские поселки – _____ тыс. км².

Площадь, занятая под дорожную сеть – _____ тыс. км².

Площадь, занятая под промышленностью и другими негативными элементами – _____ тыс. км².

Площадь занятая под свалками – _____ тыс. км².

6.4 Контрольные вопросы

1. Определение устойчивости урбанизированных территорий

2. Характеристика потенциала устойчивости экологических систем различных регионов России
3. Характеристика регионов, на которых утрачены коренные экологические системы
4. Характеристика современного уровня устойчивости экосистем
5. Методика расчета экологической устойчивости территории (ЭУТ)
6. Характеристика элементов территории положительного воздействия на окружающую среду
7. Характеристика элементов территории отрицательного воздействия на окружающую среду
8. Значения биотехнических элементов ландшафта
9. Виды и понятия категории земель

6.5 Список рекомендуемых источников

1) Гривко, Е. В. Экология: прикладные аспекты [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 05.03.06 Экология и природопользование и 20.03.01 Техносферная безопасность / Е. В. Гривко, А. А. Шайхутдинова, М. Ю. Глуховская; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 44161 Кб). – Оренбург : ОГУ, 2017. – 329 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0 – ISBN 978-5-7410-1672-5.

2) Саблина, О. А. Экология и охрана окружающей среды [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. А. Саблина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Орс. гуманитар.-технол. ин-т (фил.) Федер. гос. бюджет. образоват. учреждения высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". – Электрон.

текстовые дан. (1 файл: 0.79 Мб). – Орск : ОГТИ, 2017. – 103 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0 – ISBN 978-5-8424-0854-2.

3) Комарова, Н. Г. Геоэкология и природопользование: учеб. пособие для вузов / Н. Г. Комарова. – М. : Академия, 2003. – 192 с. – (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). – Библиогр.: с. 170-171. – ISBN 5-7695-1318-7.

4) Голубев, Г. Н. Основы геоэкологии [Текст]: учебник / Г. Н. Голубев.- 2-е изд., стер. – Москва : КноРус, 2013. – 351 с. – Библиогр.: с. 350-351. – ISBN 978-5-406-02864-3.

5) Карев В.Б., Кавешников Н.Т. Экологическая устойчивость региональной территории. // Межд. науч.-практ. конф. «Роль обустройства сельских территорий в обеспечении устойчивого развития АПК». – М.: МГУ Природообустройства, 2007. – С.59-63

7 Методические рекомендации к выполнению курсовой работы

Курсовая работа является самостоятельной научной работой студента и выполняется на основе углубленного исследования для закрепления знаний и навыков, полученных на аудиторных занятиях в процессе изучения дисциплины «Методы экологических исследований». При написании курсовой работы, обучающийся должен продемонстрировать умение работать со специальной литературой фундаментального и прикладного характера, с государственными и нормативными актами, со справочной и методической литературой, статистическими данными, которые необходимо систематизировать, обобщать, анализировать, делая выводы и предложения.

Основная цель при написании курсовой работы - научить студентов умению самостоятельно работать с разнообразными источниками информации; интегрировать в единый комплекс знания, необходимые для формирования экологического мышления и для решения ими в дальнейшем задач в области экологии и природопользования.

Выполнение курсовой работы в рамках дисциплины «Методы экологических исследований» позволяет обеспечить:

- систематизацию и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений по общепрофессиональным и специальным дисциплинам;
- углубление теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирование умения применять теоретические знания при решении поставленных профессиональных задач;
- формирование умения использовать справочную, нормативную и правовую документацию;
- развитие творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности.

Тематика курсовой работы определяется программой дисциплины. Темы курсовых работ обсуждаются на заседании методической комиссии и утверждаются председателем комиссии.

Тему курсовой работы студенты выбирают самостоятельно или по рекомендации преподавателя из разработанного перечня тем.

Процесс написания курсовой работы включает в себя ряд взаимосвязанных этапов:

- выбор темы и изучение литературы;
- разработку рабочего плана;
- сбор, анализ и обобщение литературы по выбранной теме;
- формулирование основных теоретических положений; практических выводов и рекомендаций;
- оформление курсовой работы;
- рецензирование преподавателем.

Положительная оценка по курсовой работе выставляется при условии успешной сдачи на оценку не ниже «удовлетворительно».

Курсовая работа, получившая неудовлетворительную оценку, возвращается студенту для доработки.

Объем курсовой работы должен составлять не менее 40 страниц компьютерного набора 14 шрифтом через одинарный интервал (без учета приложений). Пояснительная записка должна быть выполнена аккуратно и грамотно. Графическая часть (рисунки: графики, схемы, диаграммы и т.д.; таблицы) должна наглядно демонстрировать представленный материал.

Курсовая работа состоит из следующих структурных элементов:

- титульный лист;
- лист задания;
- содержание;
- введение;
- основная часть, призванная раскрыть содержание работы и состоящая из разделов;

- заключение;
- список использованных источников;
- приложения, помогающие более глубоко раскрыть отдельные стороны работы.

Ниже дана более подробная характеристика структурных элементов курсовой работы и требования к ним.

Титульный лист курсовой работы является источником информации, необходимой для регистрации и проверки. Титульный лист должен содержать:

- название ведомства, которому принадлежит учебное заведение
- наименование учебного заведения,
- наименование дисциплины, по которой выполняется курсовая работа;
- тему работы,
- классификационный код;
- данные о руководителе курсовой работы (Ф.И.О, должность, звание);
- данные о студенте, выполнившем работу (Ф.И.О., индекс группы);
- наименование города, в котором находится учебное заведение;
- год написания работы.

Лист задания. Курсовая работа выполняется по утвержденному заданию. В нем указывается название курсовой работы, срок сдачи, цель и задачи исследования, исходные данные к курсовой работе, перечень вопросов, подлежащих разработке и перечень графического (иллюстративного) материала. Задание подписывается студентом и руководителем и утверждается заведующим кафедрой

Содержание курсовой работы включает все части и разделы, имеющие самостоятельные содержательные заголовки (разделы, подразделы). При этом их формулировки должны точно соответствовать содержанию работы, быть краткими, последовательно и точно отражать её внутреннюю логику. Справа от начала заголовков в содержании указывают страницы, с которых начинаются

каждый раздел или подраздел. Страницы в работе должны быть пронумерованы. Счет нумерации начинается с титульного листа, на котором номер не указывается. Введение, заключение, список источников являются структурными элементами курсовой работы и включаются в содержание. Приложения приводят с названием и обозначением (обязательное, рекомендуемое, справочное).

Введение характеризуется тем, что в нем раскрывается значение темы, ее актуальность в современных условиях, формируются цели и задачи работы, указываются объект и предмет исследования. Цель работы конкретизируется в поставленных задачах, т.е. задачи – это способы достижения цели. Они должны быть конкретными и четкими. Для этого рекомендуется использовать такие глагольные формы и речевые обороты, как «изучить...», «провести анализ...», «рассчитать...», «выявить связь...», «оценить уровень...» и др. В соответствии с основной целью следует выделить 3–4 целевые задачи, которые необходимо решить для достижения главной цели исследования.

Основная часть работы – наиболее сложная, важная и трудоемкая часть курсовой работы. Она содержит материал, отражающий результат исследований студента по выбранной теме.

В основной части курсовой работы выделяются несколько разделов. Первый раздел основывается на изучении теории вопроса. Раскрываются основные характеристики объекта и предмета исследования, дается трактовка основных понятий и категорий, проводится обзор литературы, анализ различных точек зрения и обобщение подходов. В конце каждого подраздела необходимо делать выводы. Связь выводов с общей логикой работы и поставленными задачами позволяет перейти к новому подразделу (разделу) и придать работе необходимую цельность.

Второй раздел курсовой работы является аналитическим. Обучающийся должен самостоятельно провести сравнительный анализ конкретных ситуаций на основе имеющейся статистической информации.

Анализ должен начинаться с характеристики исследуемого объекта. Необходимо учитывать, что односторонняя, узкая характеристика не позволит в дальнейшем учесть важные специфические особенности и выработать реалистичные рекомендации. В то же время следует учесть и то, что типичной ошибкой является представление в данной части работы большого количества избыточной информации, логически не связанной с дальнейшим изложением.

Заключение является логическим завершением курсовой работы. Оно призвано показать, выполнены ли поставленные во введении задачи, достигнута ли цель работы. В сжатой форме должны быть представлены наиболее важные результаты проделанной работы, сформулированы основные выводы и рекомендации. Следует особо подчеркнуть, что заключение пишется по всей работе, а не только по последнему разделу. Желательно, чтобы в нем содержалась информация о проблемах, которые остались нерешенными и требуют дальнейших исследований. Наличие таких сведений не свидетельствует о слабости работы. Напротив, оно показывает осознание студентом глубины изучаемой проблемы и сложности ее решения.

Список использованных источников – библиографический список, который состоит из библиографических записей. Сведения об источниках приводятся в соответствии с ГОСТ 7.1, ГОСТ 7.82, сокращения слов – по ГОСТ 7.11, ГОСТ Р 7.0.12.

Курсовая работа оформляется в соответствии со стандартом организации «СТО 02069024.101-2015 работы студенческие. Общие требования и правила оформления», утвержденным 28.12.2015