

МБУ ДО «ДДТ Нижегородского района» СП ДЮЭЦ  
«Зелёный парус»

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**  
по Географии

на тему:

**Анализ влияния окружения на содержание  
углекислого газа в воздухе**

*Автор:*

ученик 5«Б» класса  
МАОУ «Школа №42»  
Ф.И. Котков Артём

*Научный*

*руководитель:*

Медведева О. Е.,  
учитель географии;  
Козлова Е. А., бакалавр  
4 курса ИББМ ННГУ.

Нижний Новгород

2023

Оглавление.	
1 Введение.....	3
2 Материалы и методы: .....	4
3 Обзор литературы.....	5
3.1 Углекислый газ и его роль в природе.....	5
3.2 Основные источники углекислого газа в атмосфере.....	5
3.3 Поведение углекислого газа в атмосфере над городом.....	6
3.4 Как улучшить качество воздуха?.....	7
3.5 Качество воздуха в Нижнем Новгороде.....	8
3.6 Рекреационные зоны.....	8
3.7 Методы математической статистики.....	9
4 Практическая часть. ....	10
5 Выводы. ....	14
Список литературы.....	15

## **1 Введение**

Присутствие углекислого газа в воздухе снижает его качество более чем на 50%. Вдыхание грязного воздуха приводит к развитию астмы, снижению иммунитета, нарушению дыхания, а также заболевания сердечно-сосудистой системы. Воздух с высоким содержанием углекислого газа приводит к кислородному голоданию и повышению частоты тромбообразования. Кроме этого, жители загрязненных районов страдают от сильных колебаний артериального давления. Также люди, живущие в загрязнённых районах, чаще других болеют раком (Алексаншина, Туан, 2018).

**Актуальность.** Для повышения здоровья населения требуется оценка качества воздуха и его улучшение. Снизить нагрузку на организм могут помочь рекреационные зоны. Выбор места для создания рекреационных зон представляется важной задачей, поскольку в городской черте сложно найти места, в которых качество воздуха лучше фоновых показателей. Данная работа предоставляет сравнительный анализ качества воздуха в различных районах Нижнего Новгорода и оценку вклада природного ландшафта в качество воздуха.

**Цель работы:** Выявить качество воздуха в различных районах и местах г. Нижнего Новгорода.

### **Задачи:**

1. Обозначить места для измерения содержания углекислого газа в воздухе и выбрать метод измерений;
2. Произвести измерения при помощи газоанализатора;
3. Провести сравнительный анализ полученных данных;
4. Сделать выводы.

**Гипотеза:** предполагается, что качество воздуха будет выше в загородной зоне, а также рядом с водоемами.

## **2 Материалы и методы:**

Газоанализатор «НТ-401/20» производителя «НТИ», компьютер со средой программирования «RStudio».

### **3 Обзор литературы.**

#### **3.1 Углекислый газ и его роль в природе.**

Углекислый газ – вещество, с которым мы сталкиваемся каждый день.

В газообразном состоянии он существует при нормальной температуре. При повышенном давлении этот газ превращается в жидкость (жидкая углекислота). В пищевой промышленности используется как консервант и обозначается на упаковке под кодом E 290, а также в качестве разрыхлителя теста. При сильном охлаждении (до минус 78,5 °C) он кристаллизуется и становится так называемым сухим льдом, который широко используется в торговле для хранения замороженных продуктов в рефрижераторах.

Содержание данного газа в атмосфере воздуха – 0,03%. CO<sub>2</sub> выделяется в процессе дыхания животных и растений, а так же при сгорании органических веществ; потребляется бактериями и растениями в процессе фотосинтеза. Углекислый газ содержится в полезных ископаемых: угле, нефти, торфе, известняке, и является частью круговорота углерода в биосфере.

Не смотря на малую, по сравнению с, например, кислородом и азотом, концентрацию в воздухе, углекислый газ играет очень важную и заметную роль для жизни на Земле. Как и метан, углекислый газ относится к категории парниковых газов, благодаря присутствию которых в атмосфере создается парниковый эффект и становится возможным постоянное поддержание тепла на поверхности планеты (Шилов, 1998; Гесс, 2018).

#### **3.2 Основные источники углекислого газа в атмосфере.**

Причины загрязнения по своему источнику подразделяются на антропогенные (то есть напрямую связанные с жизнедеятельностью человека) и естественные. Антропогенные также известны как техногенные (так как являются следствием научно-технического прогресса).

Естественные источники углекислого газа существовали задолго до появления людей на планете и являются следствием природных процессов, таких как:

- Выветривание горной породы;
- Вулканическая активность;
- Дым и иные продукты горения при пожарах;
- Выделение CO<sub>2</sub> почвой (до 40% от всего потока).

Антропогенные источники углекислого газа:

- Сжигание полезных ископаемых (угля, нефти, газа и т.п.);
- Добыча полезных ископаемых;
- Сельское хозяйство (Stein, 2022).

### **3.3 Поведение углекислого газа в атмосфере над городом.**

Известно, что атмосфера над городом имеет другие свойства, чем за городом. Недостаток зеленых насаждений, большое количество каменных и металлических строений, а также техногенная выработка тепла приводят к тому, в городах формируются так называемые «тепловые острова», температура в которых может быть до 15 °С выше, чем в округе. Данное явление приводит к возникновению смога, а также перенаправлению воздушных потоков. Ветер в городах медленнее на 10-20%, и он чаще образует локальные завихрения в местах плотной застройки, что препятствует вынесению вредных веществ из микрорайонов.

На реках же присутствует постоянная циркуляция воздуха, известная как бриз. Направление бриза меняется дважды в сутки: дневной бриз дует с воды на разогретый дневными лучами Солнца берег. Ночной (или береговой) бриз имеет обратное направление. Вдоль рек ветер часто сильнее, чем в округе (БСЭ: Бриз; Алексашина, Туан, 2018).

### 3.4 Как улучшить качество воздуха?

Усилиями общества в целом и каждого человека в частности возможно снизить выбросы углекислого газа в атмосферу.

#### *Индивидуальная гражданская инициатива.*

Огромный углеродный след имеют частные автомобили. Вне зависимости от места проживания, возможно предпринять меры, чтобы снизить свою зависимость от автомобиля. Вместо того, чтобы ездить в продуктовый магазин каждый день, это следует делать раз в неделю, закупая все необходимое за один раз. В течение недели же возможно пользоваться общественным транспортом, который является меньшим источником углекислого газа. Также можно ходить пешком или передвигаться на велосипедах и самокатах.

#### *Общественная инициатива.*

Считается, что более 50% атмосферного CO<sub>2</sub> в течение года потребляется фотосинтезирующими организмами – растениями и бактериями. Не секрет, что Амазонские и Сибирские леса – настоящие легкие планеты. Подсчитано, что высадка триллиона новых деревьев позволит сократить содержание углекислого газа в воздухе на 750 млрд тонн – что примерно равно антропогенным выделениям за последние 25 лет. Высадка деревьев позволит эффективно решить проблему загрязнения воздуха. Считается, что самый большой потенциал для высадки лесов находится на территории всего шести стран: Россия, США, Канада, Австралия, Бразилия и Китай.

Однако триллион новых деревьев – немалая цифра. Для достижения данной цели необходима экологическая осознанность населения и государственная поддержка гражданской инициативы (Медведева, 2019).

Однако мировое сообщество обеспокоено проблемой эмиссии углекислого газа и готово его решать. В 2015 году более чем 180 стран подписали Парижское соглашение, основной посыл которого – немедленное сокращение выбросов CO<sub>2</sub> и борьба с углеродными источниками энергии (Sutter et al., 2015).

### **3.5 Качество воздуха в Нижнем Новгороде**

В нашем городе достаточно предприятий, выделяющих углекислый газ и влияющих на качество воздуха. Среди промышленных предприятий «лидерами» можно назвать представителей энергетики: «Сормовская ТЭЦ», «Автозаводская ТЭЦ», ОАО Нижновэнерго, МП «Теплоэнерго», ОАО «ГАЗ». Также свой вклад вносят «Нижегородский машиностроительный завод» и «Силикатный завод № 1». Кроме того, Нижний Новгород страдает от вредных веществ, выбрасываемых близлежащими промышленными городами: Дзержинском, Балахной, Заволжьем, Бором и Кстово.

На содержание углекислого газа в воздухе так же влияют и свалки. В Нижнем Новгороде имеется крупнейший в Европе Игумновский полигон по утилизации мусора. Но его недостаточно. К тому же он постоянно горит. Причем площадь возгорания огромная – до 2 тыс. га с глубиной горения до 20 м.

### **3.6 Рекреационные зоны**

Рекреационные зоны предназначены для организации массового отдыха населения, улучшения экологической обстановки городских округов и поселений и включают парки, городские сады, скверы, городские леса, лесопарки, озелененные территории общего пользования, пляжи, водоемы и иные объекты, используемые в рекреационных целях и формирующие систему открытых общественных пространств поселений.

В составе рекреационных зон могут быть отдельно выделены зоны садово-дачной застройки, но не допускается строительство промышленных и складских объектов, не связанных с эксплуатацией зоны.

«Зелёные» зоны необходимо формировать во взаимосвязи с пригородными зелеными зонами, землями сельскохозяйственного назначения, создавая взаимоувязанный природный комплекс городов и их зеленой зоны (Королёва, 2011).



### 3.7 Методы математической статистики.

*Критерий Краскела-Уоллеса.* Критерий предназначен для оценки различий одновременно между тремя, четырьмя и т. д. выборками по уровню какого-либо признака.

Он позволяет установить, что уровень признака изменяется при переходе от группы к группе, но не указывает на направление этих изменений (Сидоренко, 2000).

*U-критерий Манна-Уитни* – это непараметрический (не требующий знания характера распределения данных) статистический критерий, использующийся для сравнения выраженности показателей в двух несвязанных выборках. Считается, что среди его преимуществ – высокая точность и простота вычисления. Результат вычисления критерия – оценка разницы в показателях двух выборок. Количество измерений для применения критерия – не менее 3 и не более 60. При применении критерия за основную гипотезу берется положение «достоверных различий нет», за альтернативную – «различия есть».

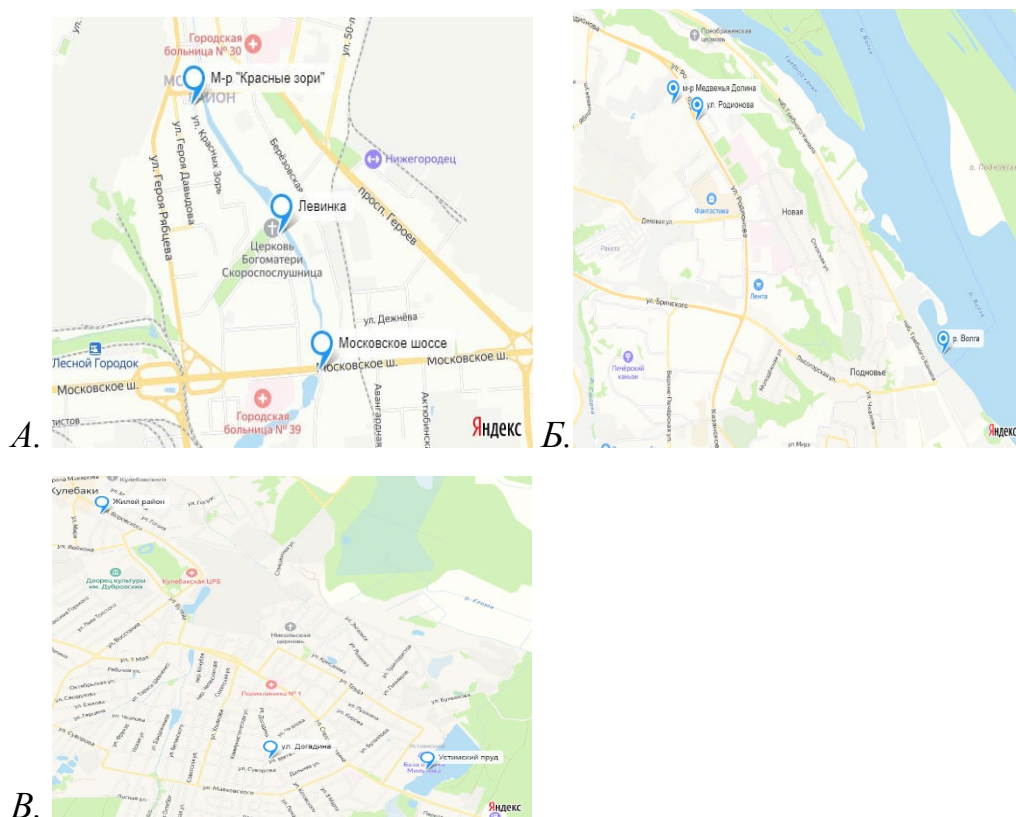
Сам критерий вычисляется по формуле (1):

$$U = nx*ny + (n*(n+1)/2) - T, (1)$$
 где  $nx$  и  $ny$  – объемы выборок;  $n$  – объем выборки, имеющей большую ранговую сумму;  $T$  – большая сумма рангов из выборок  $X$  и  $Y$  (Фролова, 2020).

## 4 Практическая часть.

Для измерений концентрации углекислого газа мы использовали газоанализатор «НТ-401/20» производителя «НТИ». Измерения проводили в следующих точках г. Нижнего Новгорода и г.о.г. Кулебаки: в Нижегородском районе: берег реки Волги, ул. Родионова, Жилой Комплекс «Медвежья Долина»; в Сормовском районе: река Левинка, Микрорайон «Красные Зори», проспект Московский и «Сормовская ТЭЦ»; Кулебаки: жилой район, берег Устимского пруда и ул. Догадина. Исследования проводили в начале зимы, с конца ноября по начало декабря. Все исследования проводились, преимущественно во второй половине дня, с 15:00 до 18:00 по следующему алгоритму: в каждом исследуемом месте проводились измерения на 10 точках на расстоянии 5 метров между друг другом, с каждой точки записывалось 3 показания газоанализатора, отображаемые каждые 3 секунды.

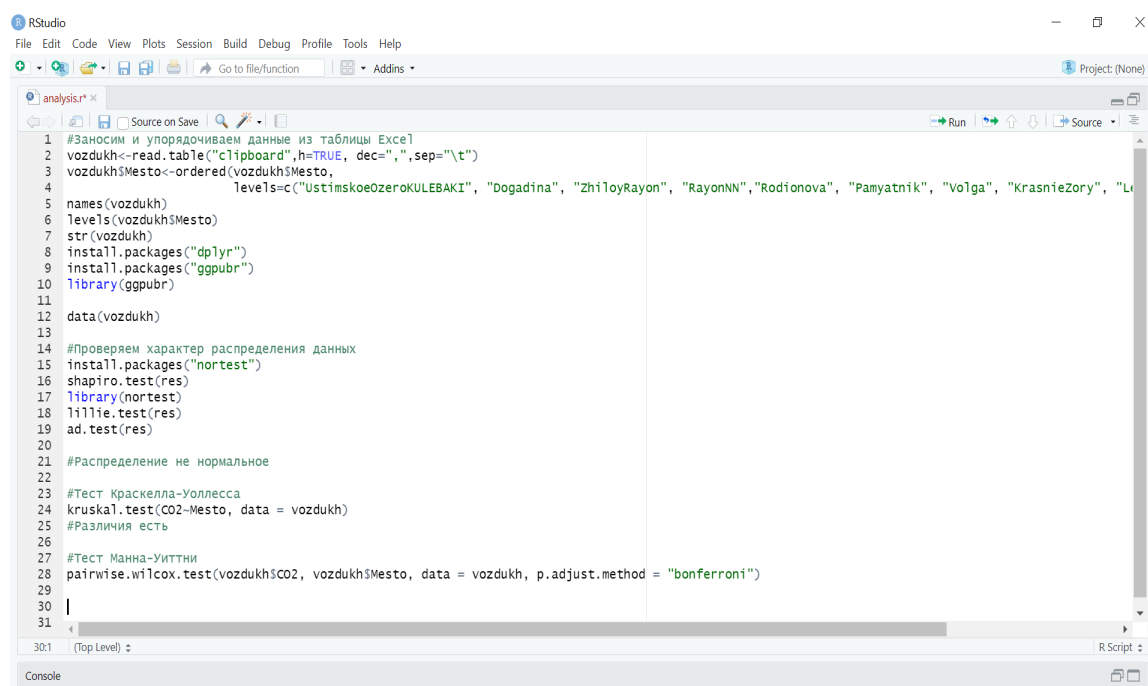
Карты с точками исследований представлены на рисунке 1 (А, Б, В).



*Рис. 1. Карта изученных точек.*

Анализ данных проходил в компьютерной форме следующим образом: все измерения заносились в среду программирования «RStudio» на базе языка программирования R, и там, на математической форме, данные сравнивались по критерию Краскелла-Уоллеса, а также при помощи попарного сравнения критерия Манна-Уитни. Данные визуализировались в программе «MS Excel 2021».

Фрагмент кода, написанный для анализа, представлен на рисунке 2.



```
1 #Заносим и упорядочиваем данные из таблицы Excel
2 vozdukh<-read.table("clipboard",h=TRUE, dec=".", sep="\t")
3 vozdukh$Mesto<-ordered(vozdukh$Mesto,
4                       levels=c("UstimskoeOzerokULEBAKI", "Dogadina", "ZhiloyRayon", "RayonNN", "Rodionova", "Pamyatnik", "Volga", "KrasnieZory", "L
5
6 names(vozdukh)
7 levels(vozdukh$Mesto)
8 str(vozdukh)
9 install.packages("dplyr")
10 install.packages("ggpubr")
11 library(ggpubr)
12 data(vozdukh)
13
14 #Проверяем характер распределения данных
15 install.packages("nortest")
16 shapiro.test(res)
17 library(nortest)
18 lillie.test(res)
19 ad.test(res)
20
21 #Распределение не нормальное
22
23 #Тест Краскелла-Уоллеса
24 kruskal.test(CO2~Mesto, data = vozdukh)
25 #Различия есть
26
27 #Тест Манна-УиттнИ
28 pairwise.wilcox.test(vozdukh$CO2, vozdukh$Mesto, data = vozdukh, p.adjust.method = "bonferroni")
29
30 |
31 <
```

*Рис. 2. Работа в среде RStudio.*

Полученные данные представлены на рисунке 3.

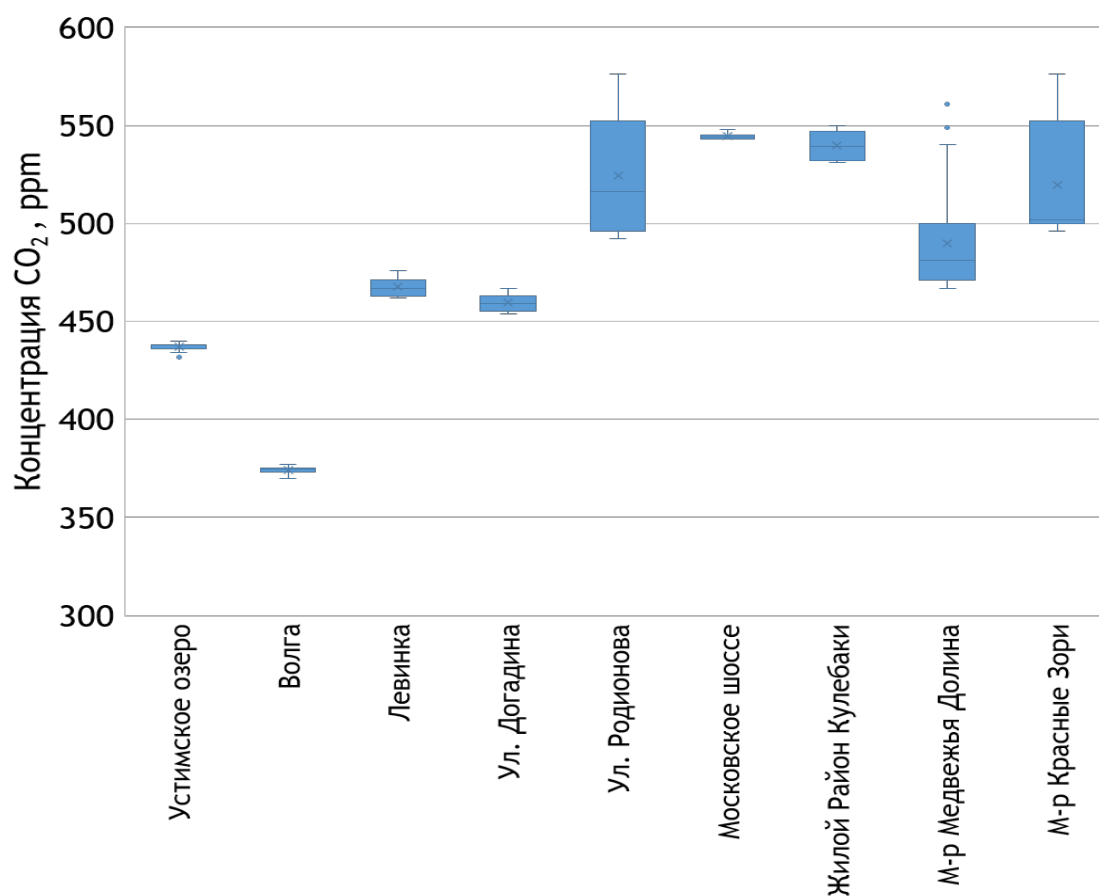


Рис. 3. Концентрация углекислого газа на исследуемых точках.

Значение теста Краскелла-Уоллеса для выборки составило 256,79; значениер-value–  $2,2 \cdot 10^{-16}$ . Из этого следует, что в выборке есть достоверные различия ( $p < 0,05$ ).

Значения p-value для попарных сравнений теста Манна-Уитни представлены в таблице 1.

Таблица 1. Значения *p-value* для критерия Манна-Уитни. Жирным шрифтом отмечено присутствие статистически достоверных различий ( $p < 0,05$ ).

	Устимское озеро	Ул. Догадина	Жилой Район Кулебаки	М-р Медвежья Долина	Ул. Родионова	Волга	М-р Красные Зори	Левинка
Ул. Догадина	<b><math>1 \cdot 10^{-9}</math></b>							
Жилой Район Кулебаки	<b><math>1 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,3 \cdot 10^{-9}</math></b>						
М-р Медвежья Долина	<b><math>1 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,4 \cdot 10^{-10}</math></b>	<b><math>9,5 \cdot 10^{-7}</math></b>					
Ул. Родионова	<b><math>1 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,3 \cdot 10^{-9}</math></b>	1	<b><math>3,5 \cdot 10^{-4}</math></b>				
Волга	<b><math>9,4 \cdot 10^{-10}</math></b>	<b><math>1,2 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,2 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,2 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,2 \cdot 10^{-9}</math></b>			
М-р Красные Зори	<b><math>1 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,3 \cdot 10^{-9}</math></b>	0,354	<b><math>3,5 \cdot 10^{-4}</math></b>	1	<b><math>1,2 \cdot 10^{-9}</math></b>		
Левинка	<b><math>1 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,2 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,2 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,8 \cdot 10^{-5}</math></b>	<b><math>1,3 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,1 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,2 \cdot 10^{-9}</math></b>	
Московское шоссе	<b><math>4 \cdot 10^{-10}</math></b>	<b><math>4,8 \cdot 10^{-10}</math></b>	1	<b><math>1,8 \cdot 10^{-7}</math></b>	0,3	<b><math>4,5 \cdot 10^{-10}</math></b>	0,299	<b><math>4,7 \cdot 10^{-10}</math></b>

## 5 Выводы.

По результатам анализа можно сделать ряд выводов:

1. Наименьшим уровнем содержания углекислого газа в воздухе достоверно отличаются все точки рядом с водоемами.
2. Среди жилых районов самым низким содержанием  $\text{CO}_2$  в воздухе отмечен микрорайон «Медвежья долина», находящийся в Нижегородском районе города Нижнего Новгорода. Повышенные показатели для жилого района г.о.г. Кулебаки, изначально предполагавшегося как загородная контрольная зона, могут быть объяснены присутствием печного отопления и особенностями розы ветров района.
3. Очевидной связи между присутствием дороги и содержанием углекислого газа в воздухе не наблюдается. Действительно, наивысшее содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе наблюдается для двух крупных автотрасс Нижнего Новгорода – ул. Родионова и Московского шоссе. В то же время для трассы в г.о.г. Кулебаки (ул. Догадина) содержание углекислого газа находится на низком уровне, что, вероятно, связано с низкой плотностью автомобильного движения.

Таким образом, наиболее благоприятным местом для создания рекреационных зон являются поймы городских водоемов – рек и озер. Даже вне периода вегетации деревьев там наблюдается наименьшее содержание углекислого газа, что косвенно может говорить о улучшенном качестве воздуха рядом с водоемами в целом. Создание парков, экотроп, благоустройство берегов городских водоемов позволит создать больше зон отдыха населения с чистым воздухом, что может помочь в восстановлении здоровья жителей Нижегородской области.

## Список литературы

1. Алексашина В. В., Туан Л. М. Влияние эффекта острова тепла на экологию мегаполиса //Проблемы региональной экологии. – 2018. – №. 5. – С. 36-40.
2. Бриз // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.
3. Гесс М., Что такое CO<sub>2</sub>.: [Электронный ресурс]: Тион умный микроклимат, 2019. / URL: <https://tion.ru/blog/dioksid-ugleroda-co2/> (Дата доступа: 12.03.2023).
4. Иванова А., Правда или миф: растения очищают воздух.: [Электронный ресурс]: Рамблер, 2020. /URL: <https://woman.rambler.ru/home/44522836-pravda-ili-mif-komnatnye-rasteniya-ochischayut-vozduh/> (Дата доступа: 12.03.2023).
5. Королёва Н. В. Рекреационная зона как структурная территориальная единица экономики государства //Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2011. – №. 4. – С. 259-269.
6. Медведева Л., Как справиться с изменением климата? Посадить триллион деревьев.: [Электронный ресурс]: ХХ2 век, 2019. URL: <https://22century.ru/resurrection/78849> (Дата доступа: 12.03.2023).
7. Роспотребнадзор, 2018: [Электронный ресурс] / URL: [https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/1be/elektronnaya-tablitsa-gn-2.2.5.3532\\_18-pdk-v-vrzd.docx](https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/1be/elektronnaya-tablitsa-gn-2.2.5.3532_18-pdk-v-vrzd.docx) (Дата доступа: 12.03.2023).
8. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. — СПб.: ООО «Речь», 2000. — 350 с, ил
9. Усатая А., Польза и вред комнатных растений.: [Электронный ресурс]: Инфоурок, 2022 / URL: <https://infourok.ru/issledovatelskij-proekt-polza-i-vred-komnatnyh-rastenij-5839169.html> (Дата доступа: 12.03.2023).
10. Фролова О., U-критерий Манна-Уитни. Кафедра математической статистики ИВМиИТ КФУ. - Казань, 2018. – 9с.

11. Шилов И.А. Экология: Учеб, для биол. и мед спец, вузов. —М.: Высш. шк., 1998.—512 с.
12. Canadell J. G. et al. Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks //Proceedings of the national academy of sciences. – 2007. – Т. 104. – №. 47. – С. 18866-18870.
13. Stein T. Carbon dioxide now more than 50% higher than pre-industrial levels.: [Электронный ресурс]: National Oceanic and Atmospheric Administration, 2022. / URL: <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels> (Дата доступа: 12.03.2023).
14. Sutter J. D., В. Joshua, Ellis R. Obama: Climate agreement ‘best chance we have’ to save the planet.: [Электронный ресурс]: CNN, 2015 / URL: <http://edition.cnn.com/2015/12/12/world/global-climate-change-conference-vote/> (Дата доступа: 12.03.2023).