



УДК 502/504.064+504.05:004.738.5

Иванов Александр Владимирович, к.э.н., доцент кафедры ВВЭХ ФГБОУ ВО «ННГАСУ», alexanderivanov52@yandex.ru

Платов Александр Юрьевич, доцент, д.т.н., заведующий кафедрой ПИ и С ФГБОУ ВО «ННГАСУ»

Прокопенко Марина Сергеевна, магистрант кафедры ВВЭХ ФГБОУ ВО «ННГАСУ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет" 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д.65

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект 15-17-20009.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОНЛАЙН МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ МИКРОТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА И ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Ключевые слова: экологический мониторинг, интернет вещей, экологическая безопасность

Аннотация. Работа является развитием концепции онлайн мониторинга применительно к городским микротерриториям, которые благодаря проводимым измерениям метеорологических параметров с помощью беспроводных измерительных приборов обеспечиваются онлайн расчетами концентрации загрязняющих веществ в зоне автомобильных пробок, оценкой ощущаемой температуры в жаркие дни, ветрохолодового эффекта в зимний период и оценкой рекреационных характеристик водоемов озерного типа.

Идеи использования технологий Интернета вещей для экологического мониторинга активно развиваются в последние годы [1]. Авторами развита концепция и реализуются кейс-стади экологического онлайн мониторинга на основе локальной метеорологической информации и GPS информации о транспортных потоках [2]. Этот подход позволяет выполнить онлайн расчеты следующих экологических характеристик:

- микропогодные характеристики, такие как локальная ощущаемая температура, локальный ветрохолодовой эффект;
- параметры химического и шумового загрязнения атмосферного воздуха в зоне автомобильных пробок [3];

– идентификация микротерриторий высокого риска и территорий, наиболее благоприятных для проживания и рекреационного использования.

Проверка моделей экологического онлайн мониторинга является основной задачей для определения рамок применимости развиваемого подхода.

Принципиальная схема взаимодействия интернет ресурсов с разрабатываемыми онлайн сервисами для мониторинга микротерриторий представлена на рис.1.

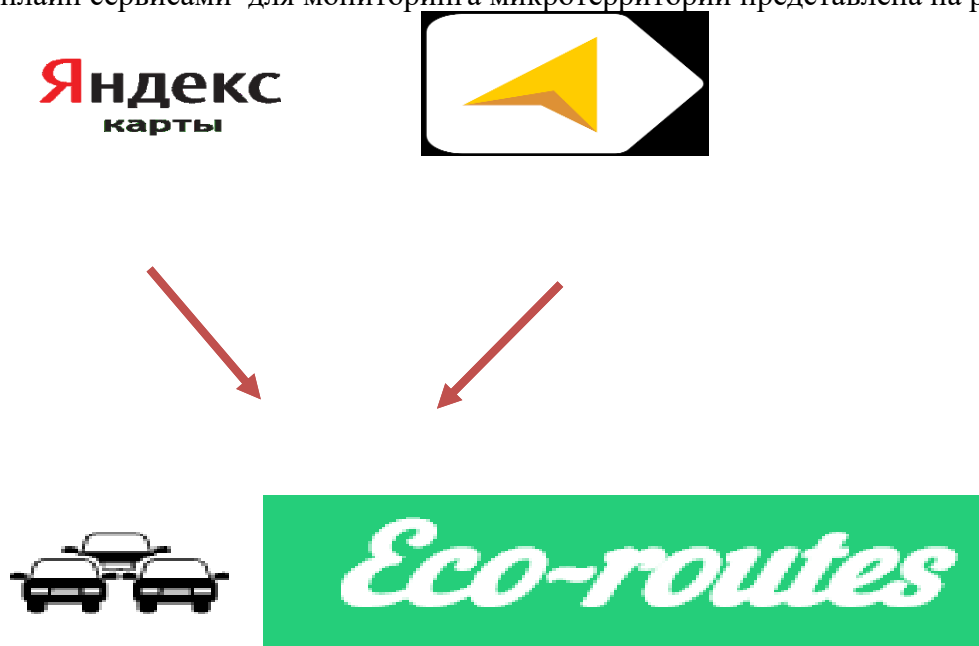


Рис.1. Схема взаимодействия Яндекс сервиса (слева) и метеосайта (справа) для онлайн запроса необходимой для расчета концентрации загрязняющих веществ информации

Результатом вычислений, выполненных на основе онлайн запросов, является расчет рассеивания загрязняющих веществ.

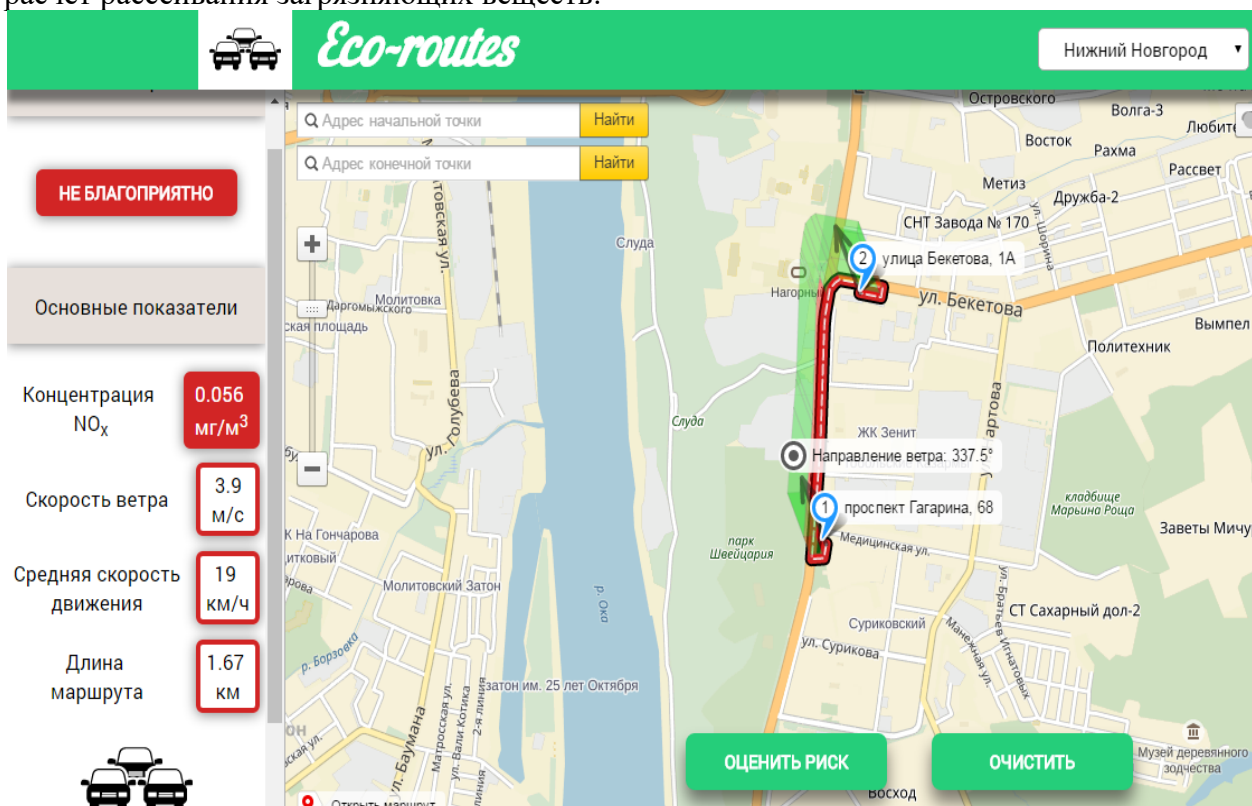


Рис.2. Пример онлайн расчета концентрации оксидов азота для автомобильной пробки в районе пересечения пр. Гагарина и ул. Бекетова

Пример такого расчета представлен на рисунке 2. Скорость транспортного потока рассчитана на основе GPS координат муниципальных транспортных средств и составила 19 км/час. Максимальная концентрация оксидов азота в придорожной зоне равна, согласно проведенным онлайн расчетам, $0,056 \text{ мг/м}^3$.

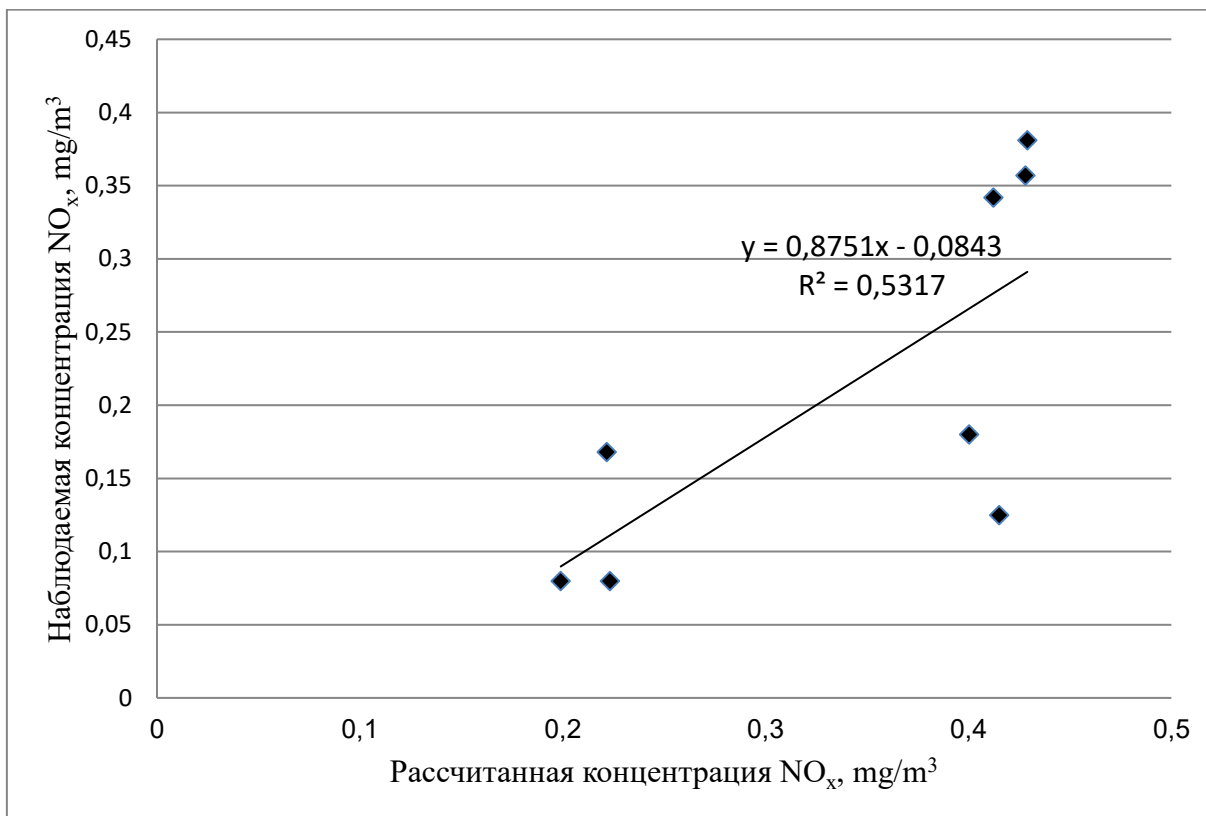


Рис.3. Рассчитанная и измеренная концентрация оксидов азота в районе Комсомольской площади в Нижнем Новгороде

Сравнение результатов расчетов с результатами лабораторного определения концентрации оксидов азота в отобранных в момент расчетов пробами показало, что средние значения онлайн расчет в тестируемой зоне определяет с удовлетворительной точностью, как это видно из рисунка 3. Однако значительный разброс в наблюдаемой концентрации оксидов азота в отобранных в разные дни пробах говорит о том, что не все параметры, получаемые для расчетов через интернет оптимальны для выполняемых онлайн расчетов.



Figure 4: Testo-435-4

Рис. 4. Приборы для измерения скорости воздушного потока. Анемометр(слева) и четырехкомпонентный прибор Testo 435 (справа)

Для повышения качества выполняемых онлайн расчетов было принято решение сосредоточиться на измерении локальных характеристик, в первую очередь на измерении температуры и скорости ветра в исследуемых зонах. Такие измерения важны как для уточнения модели онлайн расчета рассеивания, так и для определения микропогодных характеристик.

Для изучения ветрохолодового эффекта был выбран Ленинский район Нижнего Новгорода, где исследование ветрохолодового эффекта было выполнено в районе бульвара Заречного в январе и феврале 2019 г. В это время наблюдались самые низкие в течение года температуры воздуха и были наиболее вероятны риски обморожения в зонах с высокой скоростью ветра, что соответствует максимальному ветрохолодовому эффекту. Измерительным прибором являлся анемометр, представленный на рис.4 (слева). Как видно из рис.5, в зимних условиях Нижнего Новгорода при фактических температурах не ниже -15 °С ветрохолодой эффект приводит к тому, что ощущаемая температура падает в некоторые дни до -25 °С и ниже.

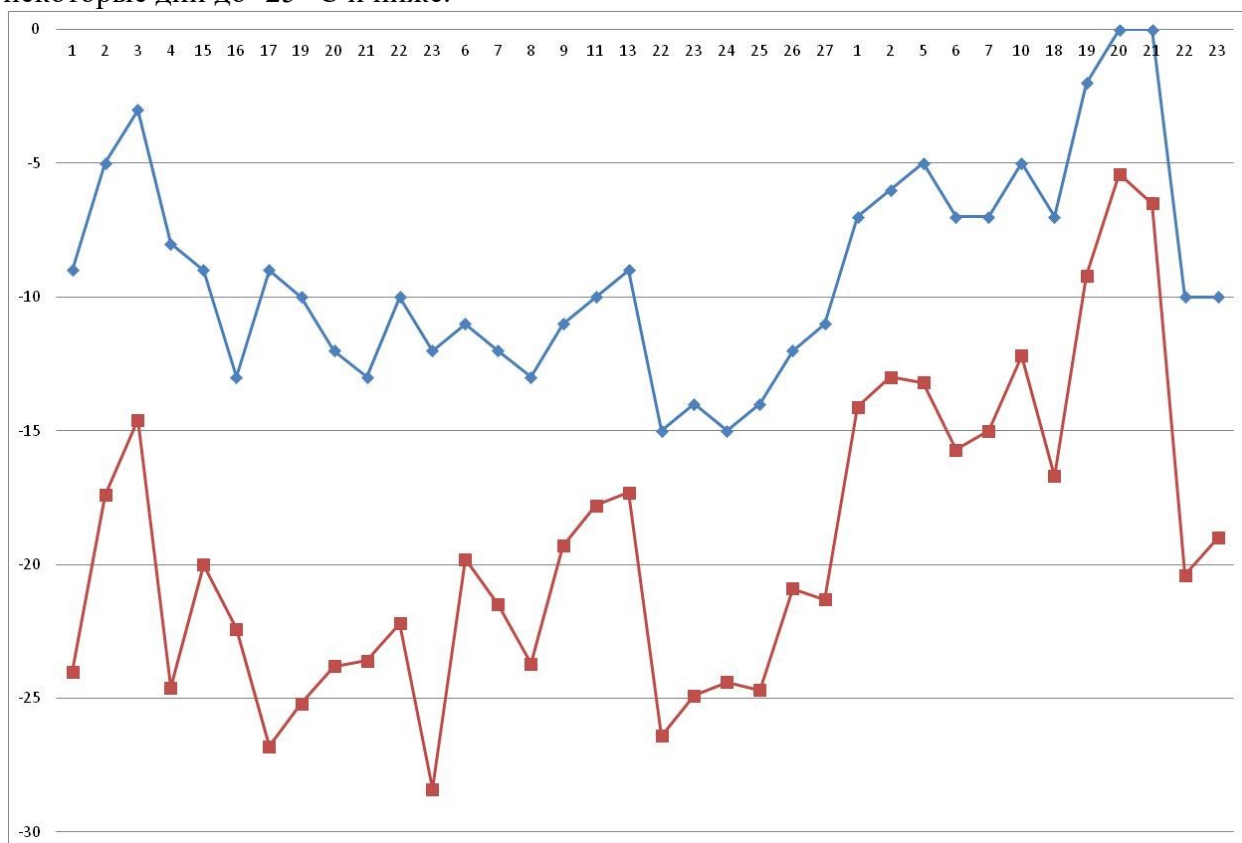


Рис.5 Ветрохолодовой эффект в зимний период для открытого пространства на бульваре Заречном в Нижнем Новгороде. Верхний график – измеренная температура. Нижний график – ощущаемая температура с учетом измерений скорости ветра.

Исследование благоприятности состояния среды и риска теплового удара было выполнено четырехкомпонентным прибором Testo 635-4, приставленным на рис. 4 (справа) и позволяющим кроме скорости воздушного потока определять температуру, давление и объем переносимого воздуха.

Местом исследования стал город Кельн, в котором в летние месяцы 2019 г. наблюдалась экстремально высокая температура. В качестве объекта исследования выбраны 5 точек измерения, выбранные исходя из условий комфортности нахождения в жаркие летние дни и исходя из риска теплового удара, показанные на рис. 6.

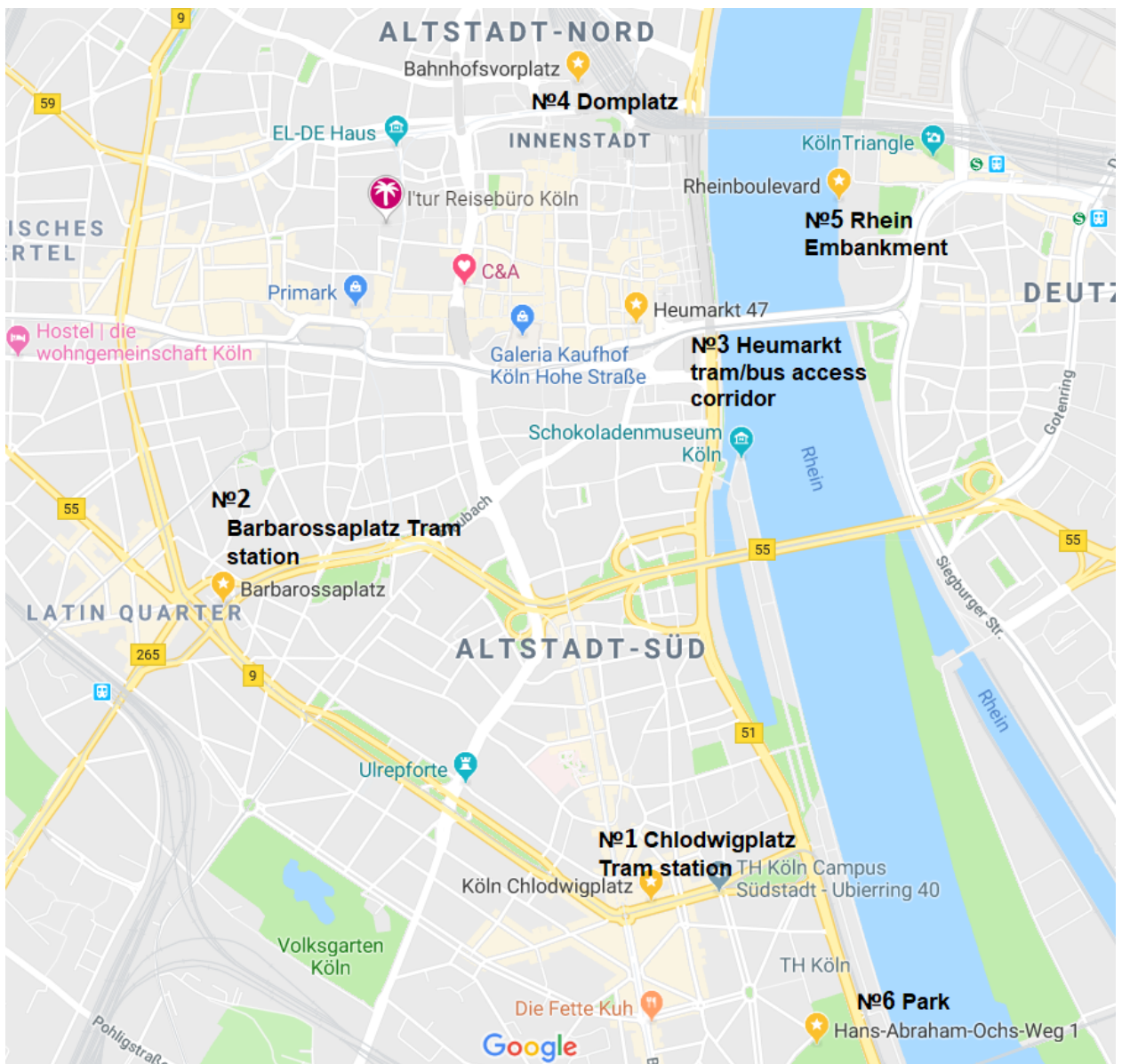


Рис.6. Выбранные места исследования различной степени риска теплового шока в период летней жары в Кельне. №1 – зона трамвайной остановки на Хлодвигплатц, №2 – зона трамвайной остановки на Ббарбароссаплатц, №3 – проезд общественного транспорта в районе Ноймаркт, №4 – площадь возле Домского собора, №5 – пристань на правом берегу Рейна в районе Дойтц

Четыре из шести точек располагались в исторической части Кельна, которая характеризуется сложным рельефом местности и плотной застройкой. При этом точки наблюдения в этой зоне выбирались на открытых пространствах площадей и возле узлов общественного транспорта. Два места исследования за пределами исторической части города располагались на берегу Рейна в парковой зоне и в районе пристани. Таким образом, выбранные точки отличаются в первую очередь близостью к водному объекту и значением локального альбеда, влияющим главным образом на температуру и влажность. Расположенные рядом с рекой места наблюдения характеризовались заметно меньшей температурой по сравнению с температурой на Хлодвигплатц и Домской площади. Влияние на ветровой режим локальных факторов специально не исследовалось и осталось не выясненным в полной мере.

Temperature 25.06.19

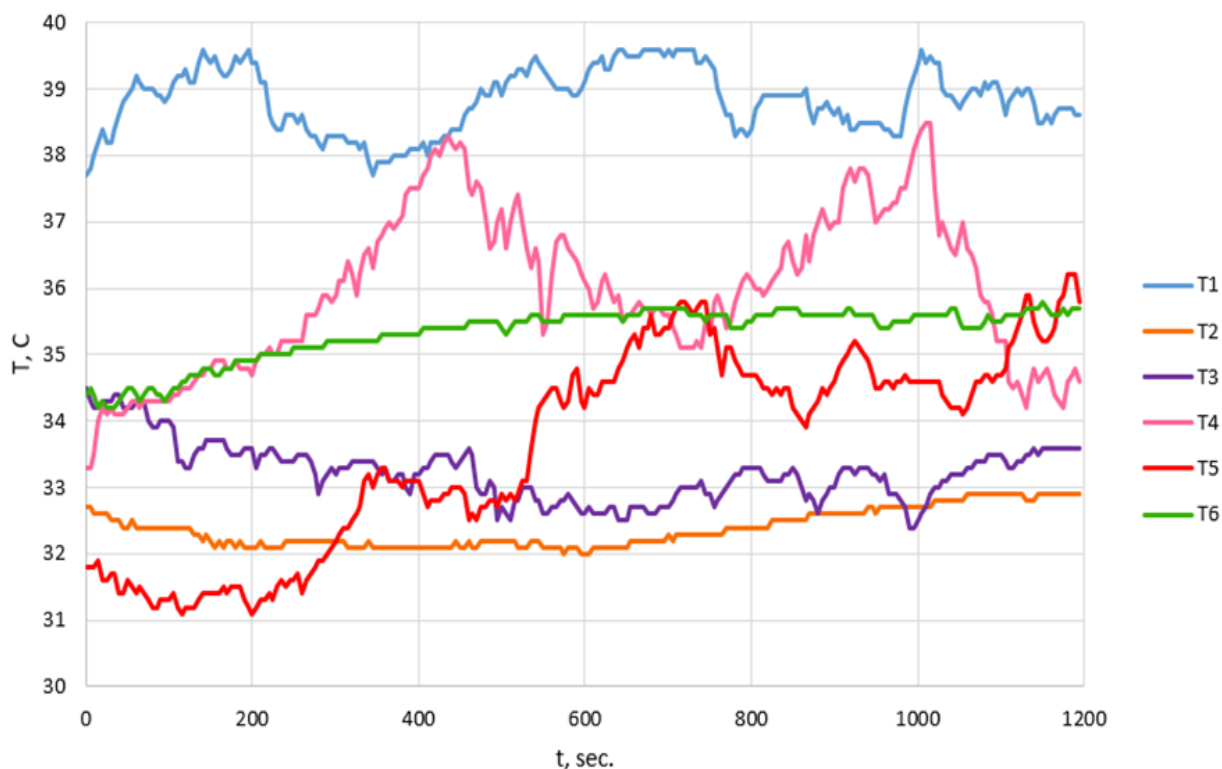


Рис. 7. Ход температуры в 5 выбранных точках Кельна день экстремально жаркой погоды

Измерения скорости ветра проводились в каждой из выбранных точек на протяжении 20 минут. Значения скорости потока считывались каждые 5 секунд. Как видно из рис.7, наиболее высокая температура была зафиксирована в понижении рельефа в низменном районе Хлодвигплатц. В этой зоне согласно рис.8, скорость ветра оказалась незначительной. В результате удалось установить, что именно там наблюдается наибольшая ощущаемая температура, в то время как возле Кельнского собора из-за хорошей проветриваемости ощущаемая температура существенно падает.

Wind Speed 25.06.19

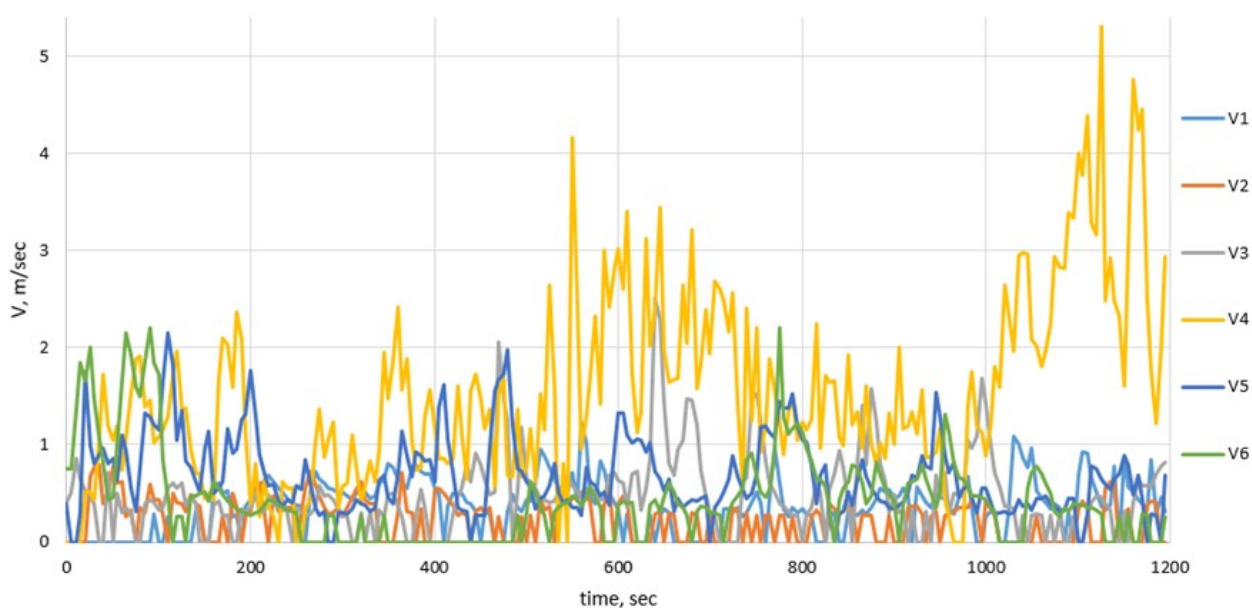


Рис. 8. Измеренная в локальных условиях Кельна скорость ветра

В целом результаты исследования можно охарактеризовать следующим образом. По ветровому режиму особое место занимает площадь Домского собора, где из-за хорошей проветриваемости, отсутствия зеленых насаждений и удаленности застройки создается режим повышенной скорости ветра по сравнению со среднегородскими условиями.

Эти результаты позволяют рассчитывать на то, что в результате систематических исследований ощущаемой температуры удастся выделить в городской среде как зоны теплового комфорта, так и зоны высокого уровня риска, как это было сделано для условий Москвы М.С. Мягковым с соавторами [4]. В данной работе это означает также уточнение параметров расчета рассеивания загрязняющих веществ. В зоне прилегающей к Домской площади уточненный расчет рассеивания загрязняющих веществ будет характеризоваться большей скоростью ветра по сравнению с расчетами на основе данных городской метеостанции. Для зон возле реки расчетные значения концентрации загрязняющих веществ с учетом поправок возрастают из-за невысокой скорости ветра. При этом остается открытым вопрос о направлении ветра из-за роста вклада локальной прибрежной циркуляции.

Список литературы:

- [1] Kevin Ashton, How to Fly a Horse: The Secret History of Creation, Invention, and Discovery Hardcover – January 20, 2015
- [2] Ivanov A.V., Platov A.Yu., Stepanov D.V., Ostanina I.M. Online monitoring of urban environment. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2018. V. 18. № 2-2. p. 339-346
- [3]. И.Е. Цукерников. Современные методы расчета шума транспортных потоков. В трудах конференции Защита от повышенного шума и вибрации: Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 26-28 марта 2013 г., СПб/ Под ред. Н.И. Иванова; С. Петербург, Россия, 2013. с.36-51.
- [4] М.С. Мягков, Ю.Д. Губернский, Л.И. Конова, В.К. Лицевич. Город, Архитектура, человек и климат. Москва, Архитектура, 344 с.

IMPROVEMENT OF ECOLOGICAL ONLINE MONITORING EFFICIENCY ON THE BASIS OF MICRO-SITE STUDY OF WIND SPEED AND ATMOSPHERIC AIR POLLUTION

Alexander V. Ivanov, Alexander Yu. Platov, Marina S. Prokopenko

Key words: environmental monitoring, internet of things, environmental safety.

This paper develops the concept of online monitoring concerning urban micro-territories. The concept includes wireless measuring devices of the meteorological parameters and provide online calculations of the concentration of pollutants in the traffic jam zone, an assessment of the perceived temperature on hot days, a wind-cold effect in winter, and an assessment of the recreational characteristics of lake type water bodies.