

# ПРОГРАММНЫЙ ПОДХОД К КОМПЛЕКСНОМУ СБОРУ И ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ В ЧАСОВЫХ ИНТЕРВАЛАХ

DOI: 10.36724/2072-8735-2023-17-10-43-51

**Пугачев Игорь Николаевич,**  
Хабаровский Федеральный исследовательский центр  
Дальневосточного отделения Российской академии наук  
(ХФИЦ ДВО РАН), г. Хабаровск,  
Россия, [ipugachev64@mail.ru](mailto:ipugachev64@mail.ru)

**Manuscript received** 20 August 2023;  
**Accepted** 21 September 2023

**Скрипко Павел Борисович,**  
Дальневосточный юридический институт МВД России,  
Хабаровск, Россия, [skripko@yandex.ru](mailto:skripko@yandex.ru)

**Шешера Николай Григорьевич,**  
Дальневосточный юридический институт МВД России,  
Хабаровск, Россия, [kolyaka239@mail.ru](mailto:kolyaka239@mail.ru)

**Ключевые слова:** интенсивность транспортных потоков, погодные условия, часовые интервалы, интерполяция, комплексный сбор данных

Неуклонный рост уровня автомобилизации неизбежно приводит к перегруженности элементов УДС в городах нашей страны. Интенсивность движения автомобильного транспорта является важным показателем аварийности, так как определяет режимы и условия возникновения аварийно-опасных участков. При этом наиболее актуальным является состояние регулируемых пересечений. Следствием ДТП является большое количество факторов системы Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда. Для прогнозирования этого негативного явления, которое считается сбоем в гармонично функционирующей транспортной инфраструктуре, необходимо изучить сопутствующие условия и их влияние друг на друга с подробной детализацией. Таким образом, для проведения необходимых реконструкционных мероприятий на аварийно-опасных участках, в том числе в местах регулируемых пересечений, требуется осуществление качественных расчетов, направленных на оценку эффективности предлагаемых мероприятий, а также проектирование режимов регулирования на пересечениях при оптимальной конфигурации элементов. В данной статье рассматривается программный подход к комплексному сбору и подготовке данных, использование которых делает возможным на основе полученных закономерностей, решение задач гармоничного, без существенных сбоев, функционирования любого рассматриваемого транспортного узла на улично-дорожной сети. Данные исследования являются новым витком в совершенствовании системы безопасности дорожного движения, стремящейся к нулевой смертности на автомобильных дорогах. Комплексное решение, в предложенном авторами статьи варианте, оказывает прямое влияние на управление транспортными потоками в безаварийном режиме, которое ранее не было разработано и не применялось, это является научной новизной работы.

## Информация об авторах:

**Пугачев Игорь Николаевич,** заместитель директора по научной работе ХФИЦ ДВО РАН, д-р техн. наук, доцент, Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (ХФИЦ ДВО РАН), г. Хабаровск, Россия

**Скрипко Павел Борисович,** начальник кафедры информационного и технического обеспечения ОВД, к.т.н., доцент, Дальневосточный юридический институт МВД России, г. Хабаровск, Россия

**Шешера Николай Григорьевич,** доцент кафедры информационного и технического обеспечения ОВД, к.т.н., Дальневосточного юридического института МВД России, г. Хабаровск, Россия

## Для цитирования:

Пугачев И.Н., Скрипко П.Б., Шешера Н.Г. Программный подход к комплексному сбору и подготовке данных об интенсивности движения транспортных средств, погодных условий и естественной освещенности в часовых интервалах // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2023. Том 17. №10. С. 43-51.

## For citation:

Pugachev I.N., Skripko P.B., Sheshera N.G. (2023) Program approach to integrated collection and data production on vehicle intensity movements, weather conditions and natural light in hourly intervals. *T-Comm*, vol. 17, no. 10, pp. 43-51. (in Russian)

Введение

Интенсивность транспортного потока представляет собой количество автомобилей, проехавших через поперечное сечение дороги за единицу времени. Как правило, для удобства анализа, такой показатель усредняется до среднесуточной часовой, среднemesячной часовой, среднегодовой часовой, среднemesячной суточной, среднегодовой суточной, среднemesячной или среднегодовой. Для получения большого объема данных используют коэффициенты приведения [1]. Стоит отметить, что данный показатель может корректироваться с резким изменением погодных условий и игнорировать это при изучении закономерностей функционирования транспортного узла нельзя [2-9].

В зависимости от поставленных задач для правильного понимания закономерностей гармоничного функционирования транспортного узла требуется подробная детализация оказывающих на него влияние факторов. Было принято решение анализировать данные с часовыми интервалами.

Практика применения программно-аппаратных комплексов

В некрытых городах России, для повышения безопасности дорожного движения активно развивают системы видеонаблюдения и модернизируются программно-аппаратные комплексы с целью автоматизированного принятия решений по управлению транспортным узлом [10] или фиксации административных правонарушений (<https://www.integras.ru/sistema-fotovideofiksatsii/>; Паклин Н. Логистическая регрессия и ROC-анализ – математический аппарат // BaseGroup Labs. Технологии анализа данных: сайт. Рязань, 2017. <https://basegroup.ru/community/articles/logistic>). Данные для анализа поступают в вычислительное устройство с камер наблюдения. Все транспортные средства проезжая через участок контроля (рубеж), подлежат учету. Формируется список автомобилей каждая запись которого состоит из даты, времени проезда, номера рубежа контроля и т.д. (рис. 1).

В городе Хабаровске широкое применение нашла система *INTEGRO- КДД*, которая в круглосуточном режиме ведет подсчет автомобилей на 107 рубежах контроля (табл. 1) и с отсутствием необходимости приведения показателей интенсивности корректировочными формулами к относительным, статистика, полученная таким способом, имеет высокую точность (рис. 2).

Таблица 1

Участки контроля программно-аппаратных комплексов

№. п/п	Участок, пересечение проезжих частей	Номер рубежа контроля
1	Амурский бульвар – Льва Толстого	5211, 5221, 5231
2	Большая – Воронежская	1511, 1521, 1531, 1541
3	Большая – Вяземская	4011, 4021
4	Большая – Демьяна Бедного	4111, 4121
5	Волочаевская – Уссурийский бульвар	3911, 3921
6	Гамарника – Слободская	711, 721
7	Дикопольцева – Уссурийский бульвар	611, 621
8	К. Маркса – Дикопольцева	1111, 1121, 1131, 1141
9	К. Маркса – Пушкина	911, 921, 931, 941
10	К.Маркса – Выборская	111, 121
11	К.Маркса – Матвеевское шоссе	5311, 5321, 5331
12	К.Маркса – Московская	2911, 2921
13	К.Маркса – Промышленная	811, 821
14	Калинина – Уссурийский бульвар	3811, 3821
15	Ленина – Волочаевская	1711, 1721, 1731
16	Ленина – Дзержинского	1411, 1421, 1431
17	Ленина – Дикопольцева	1911, 1921, 1931, 1941
18	Ленина – Запарина	2211, 2221
19	Ленина – Калинина	1011, 1021, 1031
20	Ленина – Ленинградская	2011, 2021, 2031
21	Ленина – Пушкина	1811, 1821
22	Ленина – Шеронова	3511, 3521, 3531, 3541
23	Ленинградская – Амурский бульвар	3311, 3321
24	Ленинградская – Ким Ю Чена	3111, 3121
25	Ленинградская – пер. Батарейный	3711, 3721
26	Ленинградская, дом 32	5111, 5121
27	Муравьева Амурского – Волочаевская	2411, 2421, 2431
28	Муравьева Амурского – Дзержинского	1311, 1321, 1331
29	Муравьева Амурского – Запарина	2311, 2321, 2331
30	Муравьева Амурского – Калинина	1211, 1221, 1231
31	Муравьева Амурского – Тургенева	2111, 2121
32	Муравьева Амурского – Шеронова	3411, 3421, 3431, 3441
33	Муравьева Амурского – Комсомольская	2511, 2521, 2531, 2541
34	Пушкина – Уссурийский бульвар	511, 521, 531
35	Серышева – Калинина	311, 321
36	Серышева – Некрасова	3211, 3221
37	Серышева – Станционная	411, 421, 431
38	Большая – Лазо	7311, 7321, 7331, 7341
39	Ленина – Лермонтова	5411, 5421, 5431

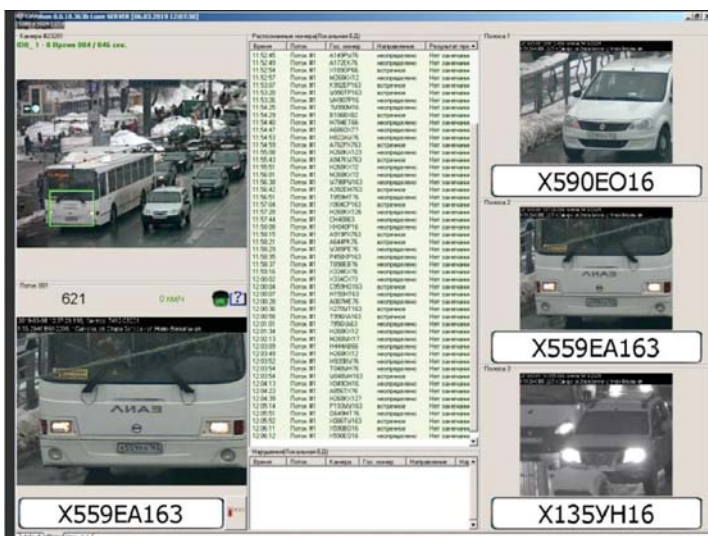


Рис. 1. Учет автомобильного транспорта средствами автоматической фиксации

№-Ч/р/п	Дата и время	Поток	Скорость	Регистратор
0	01.08.2018 1:17 д. 21 ул. Станционной г. Хабаровска (пересечение с ул. ул. Серышева, Ленинградский)		1 км/ч	Вирт 2_1
1	01.08.2018 1:33 д. 21 ул. Станционной г. Хабаровска (пересечение с ул. ул. Серышева, Ленинградский)		0 км/ч	Вирт 2_1
2	01.08.2018 1:59 д. 21 ул. Станционной г. Хабаровска (пересечение с ул. ул. Серышева, Ленинградский)		0 км/ч	Вирт 2_1
3	01.08.2018 1:59 д. 21 ул. Станционной г. Хабаровска (пересечение с ул. ул. Серышева, Ленинградский)		0 км/ч	Вирт 2_1
4	01.08.2018 4:34 д. 71 ул. Станционной г. Хабаровска (пересечение с ул. ул. Серышева, Ленинградский)		1 км/ч	Вирт 2_1

Рис. 2. Выгрузка из базы данных системы «INTEGRO- КДД» с расширением XLSX

Большой объем информации о каждом автомобиле был сгруппирован по интервалам времени проезда через рубеж видекамеры: 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10, 10-11, 11-12, 12-13, 13-14, 14-15, 15-16, 16-17, 17-18, 18-19, 20-21, 21-22, 22-23, 23-00. Для этого в среде Microsoft Visual Basic на базе Microsoft Excel был разработан код (рис. 3), благодаря которому данные были проанализированы и сгруппированы в принятых диапазонах.

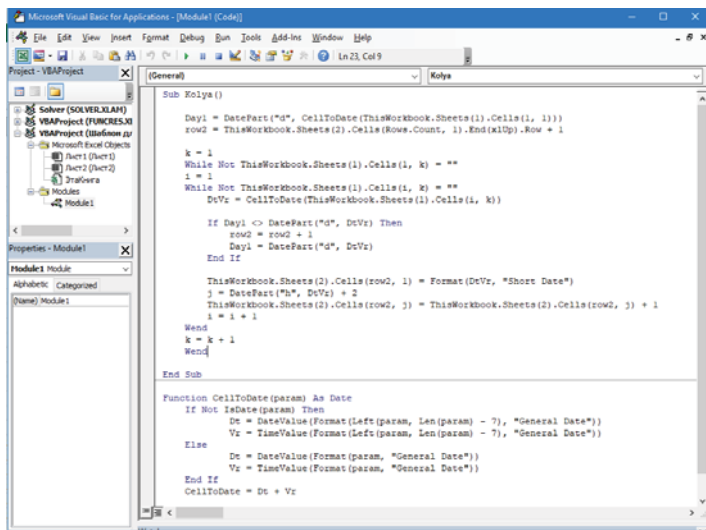


Рис. 3. Код преобразование данных INTEGRO- КДД в двухмерный массив с часовыми интервалами

В работе программно-аппаратных комплексов видеофиксации возможны технические сбои, которые наполняют генеральную совокупность недостоверными данными (рис. 4). В том числе, интенсивность может значительно снизиться из-за проведения строительного-ремонтных дорожных работ, ДТП и т.п. Дальнейшее влияние показателя в системе Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда (ВАДС) на окружающие транспортные процессы очень трудно объективно оценить, поэтому данные такого рода принимаются как случайные величины и их необходимо исключить [11-12].

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15
воскресенье	25.11.2018	274	221	145	128	97	106	171	286	444	744	1268	1384	1464	1301
понедель	26.11.2018	148	86	53	33	42	87	227	924	735	637	572	583	1166	1279
вторник	27.11.2018	137	99	51	54	54	78	254	992	994	1285	1251	1268	1294	1289
среда	28.11.2018	127	78	54	36	45	68	205	978	1286	1155	1178	1519	1484	1256
четверг	29.11.2018	133	90	61	41	46	70	226	1013	1313	1247	1301	1451	1354	1352
пятница	30.11.2018	152	101	64	48	40	99	210	892	1258	1220	1245	1514	1435	1342
суббота	01.12.2018	258	168	176	121	84	124	172	428	720	1026	1177	1527	1564	1472
воскресье	02.12.2018	269	195	111	0	1	0	0	1	0	12	0	913	1081	1112
понедель	03.12.2018	149	103	64	41	33	97	237	894	944	1010	1024	1099	1152	1158
вторник	04.12.2018	114	66	44	26	35	72	188	768	978	1037	775	868	733	820
среда	05.12.2018	134	88	46	38	43	81	225	843	946	1104	1084	1301	1227	1151
четверг	06.12.2018	132	90	52	34	38	71	202	791	975	1114	1057	1242	1327	1292
пятница	07.12.2018	133	78	47	23	28	63	157	637	1066	968	1058	1200	1152	1199

Рис. 4. Пример случайных величин на временной шкале интенсивности

## Организация обработки данных

Условием очистки стало отклонение 20% от средней величины нижней границы массива в каждом интервале часа. Такой подход обоснован анализом годовой интенсивности в каждом часе и исследованиями явных отклонений. Достоверные данные концентрируются около средней величины верхней и нижней границы интервала (рис. 4). В среде Microsoft Visual Basic на базе Microsoft Excel был разработан код (рис. 5), в результате работы которого аномальные значения были удалены [13-14].

```

Sub Clearing()
    Dim cur_range, sel_col As Range
    With ActiveSheet
        Set cur_range = Selection
        cur_range.Activate
        For x = 1 To cur_range.Columns.Count
            cur_range.Range(Cells(1, x), Cells(cur_range.Rows.Count, x)).Select
            Set sel_col = Selection
            avg_col = Application.WorksheetFunction.Average(sel_col)
            For y = 1 To cur_range.Rows.Count
                If cur_range(y, x).Value < 0.2 * avg_col Then
                    cur_range(y, x).Value = Null
                End If
            Next y
        Next x
    End With
    NameSheet = ActiveSheet.Name
    ActiveSheet.Name = NameSheet + "C"
End Sub
    
```

Рис. 5. Удаление записей со случайными величинами

На сегодняшний день информацию о погодных условиях конкретного населенного пункта с подробной детализацией возможно получать только в реальном времени на открытых порталах или обратиться к местному гидрометцентру для получения архива в рамках договора, в том числе на платных условиях [15].

С целью накопления данных о погодных условиях было решено использовать открытые веб ресурсы OpenWeatherMap и Gismeteo, так как они приспособлены для работы с данными в режиме разработчика с перспективой автоматизировать процесс обращения к ним. Был применен язык программирования python (<https://openweathermap.org/>; <https://www.gismeteo.ru/>).

Используя виртуальное окружение среды разработки PyCharm созданы три модуля. Два из них содержат методы (один для работы с ресурсом OpenWeatherMap, а второй с Gismeteo), в третьем написана команда для вызова приведенных выше методов. Каждый метод предусматривает команды для получения данных о погодных условиях на территории г. Хабаровска и подготавливает их для записи в табличный процессор Excel.

OpenWeatherMap – онлайн сервис для доступа к данным о текущей погоде, прогнозам и историческим данным. В качестве источника данных используются официальные метеорологические службы, данные из метеостанций аэропортов и данные с частных метеостанций.

Для доступа к ресурсу OpenWeatherMap после регистрации был получен цифровой сертификат (token) с использованием которого стало возможным обращаться к нему в режиме разработчика используя установленные на сайте правила обработки информации.

После импорта необходимых библиотек для работы был создан метод process(sheet) в котором на первом этапе происходит идентификация пользователя при помощи token, определяется язык взаимодействия и населенный пункт, с которого необходимо получить данные о погоде (рис. 6).



```
from pyowm import OWM
from pyowm.utils.config import get_default_config
import openpyxl
from datetime import datetime, timedelta
import time
import pytz
def process(sheet):
    token = '...'
    config_dict = get_default_config()
    config_dict['language'] = 'ru'
    mgr = OWM(token, config_dict).weather_manager() # Получаем менеджер погоды
    weather = mgr.weather_at_place('Хабаровск').weather # Запрашиваем погоду из места
```

Рис. 6. Импорт библиотек, создание метода process(sheet) для работы с ресурсом OpenWeatherMap и осуществление первоначальных настроек

Сформирована структура промежуточного слоя данных, состоящего из переменных различного типа согласно архитектуре OpenWeatherMap, которые будут использоваться в функциональных алгоритмах обработки (рис. 7).

```
# Раскладываем дату и время на разные позиции
# Переводим часовой пояс на 10 часов
date = weather.reference_time('date')
date = date + timedelta(hours=10)
date_date = date.strftime("%d.%m.%Y") # дата по Гринвичу UNIX измерения погоды
timedate = date.strftime("%H:%M:%S") # время по Гринвичу UNIX измерения погоды
temp = weather.temperature('celsius') # Температура
press = weather.pressure # Давление
humidity = weather.humidity # Относительная влажность
clouds = weather.clouds # Процент облачности
rain = weather.rain # Информация об осадках
snow = weather.snow # Информация о снеге
wind = weather.wind() # Информация о ветре
visib = weather.visibility_distance # Расстояние видимости
dewpoint = weather.dewpoint # Точка росы
humidex = weather.humidex # Канадский увлажнитель
heat = weather.heat_index # Индекс тепла
uvi = weather.uvi # УВ-индекс
# Время заката по Гринвичу UNIX или None в полярные дни
sunset = weather.sunset_time('date').strftime("%H:%M:%S")
# Время восхода солнца в UNIX по Гринвичу или None в полярные ночи
sunrise = weather.sunrise_time('date').strftime("%H:%M:%S")
```

Рис. 7. Продолжение метода process(sheet) OpenWeatherMap. Сбор данных

Полученная информация была подготовлена для записи в табличный процессор Excel расставляя значения в необходимые пользователю столбцы (рис. 8).

```
"""подготавливаем данные для записи в Excel"""
cycle_number = 1 + sheet['B2'].value
ic cycle_number
sheet.cell(row=2, column=10).value = cycle_number
sheet.cell(row=1, column=1).value = date_date # дата по Гринвичу
sheet.cell(row=1, column=2).value = timedate # время по Гринвичу
sheet.cell(row=1, column=3).value = temp['temp'] # Температура
sheet.cell(row=1, column=4).value = temp['temp_max'] # Максимальный показатель температуры
sheet.cell(row=1, column=5).value = temp['temp_min'] # Минимальный показатель температуры
sheet.cell(row=1, column=6).value = temp['feels_like'] # Температура по ощущению
sheet.cell(row=1, column=7).value = temp['temp_kf']
sheet.cell(row=1, column=8).value = press['press']
sheet.cell(row=1, column=9).value = humidity # Относительная влажность
sheet.cell(row=1, column=10).value = clouds # Процент облачности
sheet.cell(row=1, column=11).value = str(rain) # Дождь
sheet.cell(row=1, column=12).value = str(snow) # Снег
sheet.cell(row=1, column=13).value = wind['speed'] # Информация о ветре (скорость)
sheet.cell(row=1, column=14).value = wind['deg'] # Информация о ветре (направление)
sheet.cell(row=1, column=15).value = visib # Расстояние видимости
sheet.cell(row=1, column=16).value = dewpoint # Точка росы
sheet.cell(row=1, column=17).value = humidex # Канадский увлажнитель
sheet.cell(row=1, column=18).value = heat # Индекс тепла
sheet.cell(row=1, column=19).value = uvi # УВ-индекс
sheet.cell(row=1, column=20).value = sunset # Время заката по Гринвичу UNIX или None в полярные дни
sheet.cell(row=1, column=21).value = sunrise # Время восхода солнца в UNIX по Гринвичу или None в полярные ночи
print('OWM is done!')
return 1
```

Рис. 8. Продолжение метода process(sheet) OpenWeatherMap. Подготовка данных для записи в Excel

Gismeteo – это метеорологический ресурс при помощи которого можно узнать текущую погоду, а также получить про-

гноз температуры, осадков и других необходимых параметров в различных пунктах по всей Земле. Метеоданные поступают от метеорологических центров, а прогнозы строятся на основе разработанных математических моделей.

По аналогии с OpenWeatherMap для работы с Gismeteo в режиме разработчика от администраторов ресурса в научных целях был получен цифровой сертификат (X-Gismeteo-Token). Обращение к API сервису Gismeteo осуществляется через протокол HTTP/2 с использованием правил архитектурного стиля REST и передачей цифрового сертификата в заголовке пакета, что позволяет на этапе релизифиции алгоритмов приложения исключить партикулярные (неофициальные) и непроверенные источники данных (рис. 9).

```
import requests
import json
import openpyxl
from datetime import datetime, timedelta

def process(sheet):
    url = 'https://api.gismeteo.net/v2/weather/current/4862?lang=ru'
    headers = {'X-Gismeteo-Token': '...'}
    res = requests.get(url, headers=headers)
    obj = json.loads(res.content)
```

Рис. 9. Импорт библиотек, создание метода process(sheet) Gismeteo. Идентификация и обращение к структуре данных

Данные API сервиса Gismeteo имеют формат JSON (рис. 9), учитывая эту особенность созданы переменные для каждой климатической характеристики (рис. 10).

```
type_ext = obj['response']['precipitation']['type_ext'] # Тип осадков
intensity = obj['response']['precipitation']['intensity'] # Интенсивность осадков
correction = obj['response']['precipitation']['correction'] # Исправления
amount = obj['response']['precipitation']['amount'] # Количество осадков
duration = obj['response']['precipitation']['duration'] # Продолжительность осадков
type_a = obj['response']['precipitation']['type'] # Дополнительный тип осадков
h_pa = obj['response']['pressure']['h_pa'] # Давление
mm_hg_atm = obj['response']['pressure']['mm_hg_atm'] # Давление
in_hg = obj['response']['pressure']['in_hg'] # Давление
humidity = obj['response']['humidity']['percent'] # Влажность
icon = obj['response']['icon'] # Дополнительные значения
gm = obj['response']['gm'] # Дополнительные значения
degree = obj['response']['wind']['direction']['degree'] # Направление ветра
scale_8 = obj['response']['wind']['direction']['scale_8'] # Направление ветра
km_h = obj['response']['wind']['speed']['km_h'] # Скорость ветра
m_s = obj['response']['wind']['speed']['m_s'] # Скорость ветра
mi_h = obj['response']['wind']['speed']['mi_h'] # Скорость ветра
type_b = obj['response']['cloudiness']['type'] # Облачность
percent = obj['response']['cloudiness']['percent'] # Облачность
UTC = obj['response']['date']['UTC'] # дата
# Разделение локального (местного) времени на отдельные позиции даты и времени
localstr = obj['response']['date']['local']
local = datetime.strptime(localstr, "%Y-%m-%d %H:%M:%S")
local_date = local.strftime("%d.%m.%Y")
local_time = local.strftime("%H:%M:%S")
time_zone_offset = obj['response']['date']['time_zone_offset']
hr_to_forecast = obj['response']['date']['hr_to_forecast']
unix = obj['response']['date']['unix']
uvb_index = obj['response']['radiation']['uvb_index'] # Радиация
UVB = obj['response']['radiation']['UVB'] # Радиация
ucity = obj['response']['city'] # Город
kind = obj['response']['kind'] # Город
storm = obj['response']['storm'] # Город
comfort = obj['response']['temperature']['comfort']['c'] # Температура (комфортная)
water = obj['response']['temperature']['water']['c'] # Температура (воды)
air = obj['response']['temperature']['air']['c'] # Температура (воздуха)
description = obj['response']['description']['full'] # Описание погоды
```

Рис. 10. Импорт библиотек, создание метода process(sheet) Gismeteo. Идентификация и обращение к структуре данных

Используя созданные переменные по аналогии с OpenWeatherMap полученная информация с API сервиса Gismeteo была подготовлена для записи в табличный процессор Excel расставляя значения в необходимые пользователю столбцы (рис. 11).

```

***Подготавливаем данные для записи в Excel***
cycle_number = 1 + sheet['W2'].value
i = cycle_number
sheet['W2'].value = i
sheet.cell(row=i, column=1).value = local_date #Дата по Гринвичу
sheet.cell(row=i, column=2).value = local_time #Время по Гринвичу
sheet.cell(row=i, column=3).value = air #Температура воздуха
sheet.cell(row=i, column=4).value = comfort #Температура (комфортная)
sheet.cell(row=i, column=5).value = water #Температура воды
sheet.cell(row=i, column=6).value = humidity #Относительная влажность
sheet.cell(row=i, column=7).value = type_b #Облачность
sheet.cell(row=i, column=8).value = percent #Облачность
sheet.cell(row=i, column=9).value = type_ext # Тип осадков
sheet.cell(row=i, column=10).value = intensity # Интенсивность осадков
sheet.cell(row=i, column=11).value = correction # Исправления
sheet.cell(row=i, column=12).value = amount # Количество осадков
sheet.cell(row=i, column=13).value = duration # Продолжительность осадков
sheet.cell(row=i, column=14).value = degree #Направление ветра degree
sheet.cell(row=i, column=15).value = scale_8 #Направление ветра scale_8
sheet.cell(row=i, column=16).value = m_s #Направление ветра m/c
sheet.cell(row=i, column=17).value = h_pa #Давление h_pa
sheet.cell(row=i, column=18).value = mm_hg_atm #Давление mm_hg_atm
sheet.cell(row=i, column=19).value = in_hg #Давление in_hg
sheet.cell(row=i, column=20).value = uvb_index # Радиация uvb_index
sheet.cell(row=i, column=21).value = UVB # Радиация UVB
print('Gis is done!')
return 1
    
```

Рис. 11. Продолжение метода *process(sheet)* *Gismeteo*. Подготовка данных для записи в *Excel*

После создания методов *process(sheet)* для получения данных с *OpenWeatherMap* и *Gismeteo*, и записи в файл *Excel* была написана команда для их вызова с целью одновременного выполнения (рис. 12).

```

# 1. Импортируем gis.py и owm.py
# 2. Открываем excel файл
# 3. Вызываем функцию из gis.py и передать в функции book
# 4. Наполняем excel и сохраняем
# 5. Вызываем функцию из owm.py и передать в функции book
# 6. Наполняем excel и сохраняем
import gis as gisProvider
import owm as owmProvider
import openpyxl
book = openpyxl.load_workbook("weather.xlsx")
owmProvider.process(book['owm'])
gisProvider.process(book['gis'])
book.save("weather.xlsx")
book.close()
    
```

Рис. 11. Код вызова методов *process(sheet)* для получения данных с *OpenWeatherMap* и *Gismeteo*

В заключении разработки программы модули виртуального окружения были объединены в один исполняемый файл *exe* командой *pyinstaller* на запуск которого через каждый час был настроен планировщик задач операционной системы вычислительного устройства. Таким образом был автоматизирован процесс сбора данных о погодных условиях на территории г. Хабаровска. Каждый час запускается программа, которая собирает данные с веб ресурсов *OpenWeatherMap* и *Gismeteo* и записывает их в файл (рис. 12). Для пополнения статистических данных необходимо обеспечить круглосуточную работу вычислительного устройства и подключения его к сети.

Время	Тем.	Темп. max	Темп. min	Ощущается	temp_kf	Давление	Относительная влажность	процент облачности	инф об осадках	инф о снеге	Скор ветра	Напр. ветра, град.	Рас. вид-ти
08:57:41	-12.4	-12.11	-12.36	-12.36		1016	60	0	{}	{'1h': 0.35}	0	0	10000
10:00:02	-12.4	-12.11	-12.36	-12.36		1014	66	20	{}	{}	0.89	10	10000
10:58:20	-13.5	-13.11	-13.47	-17.74		1013	78	0	{}	{}	1.79	350	10000
12:00:01	-13.5	-13.11	-13.47	-17.74		1013	71	0	{}	{'1h': 0.18}	1.79	340	10000
13:00:01	-13.5	-13.11	-13.47	-19.85		1012	78	40	{}	{'1h': 0.65}	3.13	20	10000
13:56:04	-14.6	-14.11	-14.58	-21.58		1011	84	40	{}	{}	4.02	10	4000
15:58:24	-14.6	-14.11	-14.58	-21.58		1008	84	75	{}	{'1h': 0.42}	4.92	360	2000
16:59:59	-13.5	-13.11	-13.47	-20.47		1007	84	90	{}	{'1h': 0.56}	5.81	360	2200
17:57:03	-13.5	-13.11	-13.47	-20.47		1005	84	90	{}	{'1h': 0.74}	7.15	350	1700
18:58:03	-13.5	-13.11	-13.47	-20.47		1003	84	90	{}	{'1h': 0.77}	8.05	360	1800
19:59:58	-11.3	-11.11	-11.25	-18.25		1002	85	90	{}	{'1h': 0.81}	7.15	360	1600

Рис. 12. Скриншот записи данных в *Excel*

Так как для сбора данных об интенсивности транспортных потоков и погодных условиях на территории г. Хабаровска использовались различные методики, они имели не одинаковые структуры (рис. 4, 12). Появилась необходимость группировки с трансформацией для соединения массивов. Данная задача была решена программным способом, в среде *Microsoft Visual Basic* на базе *Microsoft Excel*.

Интенсивность транспортных потоков, как и аварийность в целом, характеризуется большим количеством признаков, в том числе и показателями естественной освещенности (день, ночь, сумерки). В первую очередь это связано со сложившимися психологическими режимами жизнедеятельности людей. Подсознательно, большая часть населения воспринимает конец рабочего дня с закатом солнца и стремится попасть домой. Летом активность транспортных потоков наблюдается длительное время из-за продолжительного светового дня, а зимой наблюдается другая динамика. Учитывая это были собраны данные о изменении продолжительности дня и ночи в разные периоды года, а также о переходящих периодах (сумерках), для их объединения в общий массив с интенсивностью транспортного потока и погодными условиями [1].

В среде *Microsoft Visual Basic* подразумевалась «стыковка» данных в часовых интервалах, поэтому все необходимые объекты (в данном случае – это отдельные файлы *Excel*) были расположены в одной среде. Это необходимо для их открытия и последующей активации во время выполнения кода (рис. 13).

```

Sub Restruct()
Dim TempArr() As Variant
ReDim TempArr(2, 1)
Application.ScreenUpdating = False
Workbooks.Open Filename:=ThisWorkbook.Path & "\ВариантW2-Restruct.xlsx"
Workbooks.Open Filename:=ThisWorkbook.Path & "\ПогодаХабаровск-обработка.xlsx"
Workbooks.Open Filename:=ThisWorkbook.Path & "\ПродолжительностьДняНочи.xlsx"
    
```

Рис. 13. Оператор *Microsoft Visual Basic* – *Restruct*. Открытие необходимых файлов

Двумерный массив интенсивности (рис.4) был трансформирован в один столбец и совмещен с погодными условиями по принципу соответствия времени суток, дней недели и месяцев (рис. 14, 15, 16).



```

Workbooks(1).Activate
k = 1
i = 2
While Not IsEmpty(Cells(i, 1).Value)
    DateRow = Cells(i, 1).Value
    For j = 2 To 25
        If Not IsEmpty(Cells(i, j).Value) Then
            ReDim Preserve TempArr(2, UBound(TempArr, 2) + 1)
            If Str(j - 1) = "24" Then
                TempArr(1, k) = DateRow + 1 + CDate("0:00:00")
            Else
                TempArr(1, k) = DateRow + CDate(Str(j - 1) + ":00:00")
            End If
            TempArr(2, k) = Cells(i, j).Value
            k = k + 1
        End If
    Next j
    i = i + 1
Wend
NameSheet = ActiveSheet.Name
With Workbooks(2)
    .Activate
    .Worksheets.Add
    .Worksheets(1).Name = NameSheet
End With
Cells(1, 1).Value = "Дата и время"
Cells(1, 2).Value = "Интенсивность"
For i = 1 To UBound(TempArr, 2)
    Cells(i + 1, 1).Value = TempArr(1, i)
    Cells(i + 1, 2).Value = TempArr(2, i)

```

Рис. 14. Продолжение оператора *Microsoft Visual Basic – Restruct.* Соединение данных по времени суток, дней недели и месяцам

Для получения архивной информации о погоде Хабаровск центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с функциями регионального специализированного метеорологического центра Всемирной службы погоды были предоставлены данные за 2018, 2019, 2020, 2021 со станции Хабаровск №4853511.

В настоящее время станция совершает измерительные операции каждые три часа. Учитывается температура воздуха, давление, влажность, осадки и т.п.

С целью сопоставления временных интервалов между интенсивностью транспортных потоков (замеры каждый час) и погодными данными (замеры раз в три часа) было решено для последнего массива применить метод интерполяции и привести его к часовым интервалам. То есть, заполнить пропущенные строки средними значениями интерполировав крайние признаки в часовом интервале (например, если метеостанция сделала два забора данных, в 13:00 ч температура воздуха составила -25°C, а в 16:00 ч -20°C, то с учетом уменьшения температуры при увеличении времени суток для 14:00 ч данный показатель будет равен -23.33°C, а для 15:00 ч -21.67°C) (рис. 15, 16).

Принимая во внимание значение влияние освещенности на показателя интенсивности было решено включить в массив собранных данных информацию об освещенности поделив их на 4 временных категории: ночь, утренние сумерки, день, вечерние сумерки (рис. 15, 16) [16-17].

После сведения данных был проведен тестовый корреляционный анализ зависимости интенсивности от рассматриваемых признаков. Учитывая большой объем информации сформирована выборка всех вторников, в период времени с 15:00 ч до 16:00 ч за один год, в котором сравнивались средние показатели данных в каждом месяце (табл. 2).

```

Function FindWthRec(rdatetime, rec) As Integer
    While Cells(rec, 1).Value < rdatetime
        rec = rec + 1
    Wend
    FindWthRec = rec
End Function

Function FindTwlRec(rdatetime, rec) As Single
    DateTwl = Fix(CSng(rdatetime))
    TimeTwl = CSng(rdatetime) - DateTwl

    While Cells(rec, 1).Value < DateTwl
        rec = rec + 1
    Wend

    TwlMngBeg = Cells(rec, 7).Value
    TwlMngEnd = Cells(rec, 2).Value
    TwlEvgBeg = Cells(rec, 4).Value
    TwlEvgEnd = Cells(rec, 12).Value

    If TimeTwl > TwlMngEnd And TimeTwl < TwlEvgBeg Then
        FindTwlRec = 1 '- день
    ElseIf TimeTwl >= TwlMngBeg And TimeTwl <= TwlMngEnd Then
        FindTwlRec = 0.5 '- утро сумерки
    ElseIf TimeTwl >= TwlEvgBeg And TimeTwl <= TwlEvgEnd Then
        FindTwlRec = 0.85 '- вечер сумерки
    Else
        FindTwlRec = 0 '- ночь
    End If
End Function

```

Рис. 15. Вспомогательные функции *Microsoft Visual Basic.* *FindWthRec* – поиск позиции строки, *FindTwlRec* – найти временной интервал и присвоить значения

```

Next i
AllCount = UBound(TempArr, 2)
Erase TempArr
ReDim TempArr(1, 24)
Application.ScreenUpdating = False

Workbooks(3).Activate
For j = 1 To 14
    TempArr(1, j) = Cells(1, j + 1).Value
Next j
Workbooks(2).Activate
For j = 1 To 14
    Cells(1, j + 2).Value = TempArr(1, j)
Next j
Erase TempArr
For i = 2 To AllCount
    r = 3
    DateTimeRec = Cells(i, 1).Value
    With Workbooks(3)
        .Activate
        r = FindWthRec(DateTimeRec, r - 1)
        ReDim TempArr(2, 14)
        For j = 1 To 13
            TempArr(1, j) = Cells(r - 1, j + 1).Value
            TempArr(2, j) = Cells(r, j + 1).Value
        Next j
        DateTimeWth_before = Cells(r - 1, 1).Value
        DateTimeWth = Cells(r, 1).Value
    End With
    r = 4
    With Workbooks(4)
        .Activate
        TempArr(1, 14) = FindTwlRec(DateTimeRec, r)
        TempArr(2, 14) = TempArr(1, 14)
    End With
    Workbooks(2).Activate
    If DateTimeRec = DateTimeWth Then
        For j = 1 To 14
            Cells(i, j + 2).Value = TempArr(2, j)
        Next j
    Else
        For j = 1 To 14
            If j = 9 Or j = 10 Or j = 14 Then
                Cells(i, j + 2).Value = TempArr(1, j)
            Else
                Cells(i, j + 2).Value = (TempArr(2, j) - TempArr(1, j)) _
                    / 3 * (Hour(DateTimeRec - DateTimeWth_before)) + TempArr(1, j)
            End If
        Next j
    End If
Next i
Workbooks(4).Close
Workbooks(3).Close
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

Рис. 16. Продолжение оператора *Microsoft Visual Basic – Restruct.* Заполнение пропущенных строк данных о погодных условиях

Корреляционный анализ средних значений показателей в каждом месяце за один год

Месяц	Интенсивность	t (воздух)	t (почва)	t (росы)	P (парц)	φ (%)	Дефицит насыщ., г,Па	P (ур, станции)	P (ур, моря)	Видимость, шифр	Погода, шифр (ww)	Ветер, напр, град	Ветер, скор, м/с
Январь	1056	-17.1	-16.3	-24.7	0.90	52.82	0.80	1007.44	1019.65	97.75	31.56	165.74	3.58
Февраль	1147	-15.3	-11.3	-21.5	1.36	60.57	0.72	995.34	1007.34	96.57	45.38	226.43	4.68
Март	1156	-0.21	1.50	-9.24	3.71	53.98	2.76	996.51	1007.80	96.98	34.95	218.86	3.23
Апрель	1223	8.15	12.59	-6.52	3.97	43.24	8.12	995.10	1006.08	97.47	24.15	242.01	3.87
Май	1322	16.67	22.38	-0.14	6.27	33.46	14.19	994.90	1005.52	98.00	2.00	213.60	3.39
Июнь	1256	22.90	31.96	10.45	12.88	48.94	15.83	998.49	1008.90	97.78	19.17	201.45	2.07
Июль	1526	30.28	44.12	18.89	21.93	50.98	21.59	997.50	1007.58	98.00	2.00	165.49	1.65
Август	1488	20.07	22.02	17.23	19.92	84.13	4.00	991.14	1001.52	97.50	41.00	140.77	2.74
Сентябрь	1492	17.80	21.48	10.50	13.18	63.44	7.33	999.29	1009.91	97.78	19.33	150.15	3.26
Октябрь	1482	9.05	12.96	-3.94	4.82	40.94	6.80	1006.77	1017.80	98.00	2.00	194.87	2.59
Ноябрь	1208	-4.64	-4.05	-13.2	2.30	51.92	2.11	1006.36	1017.94	98.00	2.00	230.14	3.91
Декабрь	1259	-13.6	-11.6	-22.1	1.21	49.76	1.18	1007.36	1019.40	97.79	16.17	232.52	3.52
<b>Козф. коррел.</b>		<b>0.77</b>	<b>0.75</b>	<b>0.81</b>	<b>0.77</b>	0.21	0.52	-0.23	-0.30	0.45	-0.41	-0.57	-0.6

Как видно из таблицы 2 хорошую взаимосвязь с интенсивностью показывают температура воздуха (0,77), почвы (0,75) и росы (0,81), а также парционное давление (0,77). На данный момент времени остальные показатели несущественны и подлежат дальнейшему исследованию.

Температурные показатели погоды в различной степени характеризуют интенсивность движения транспортных потоков через все элементы ВАДС (рис. 17).

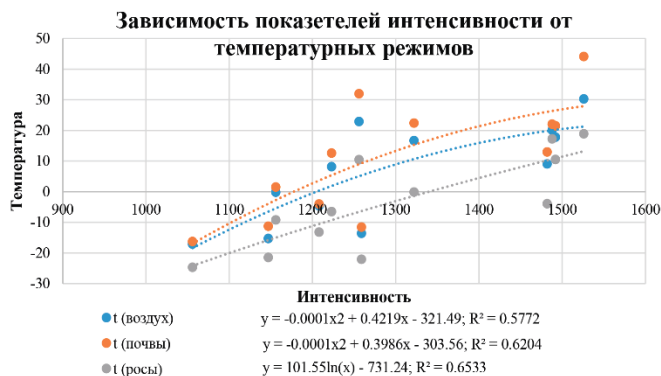


Рис. 17. График влияния температурных показателей погоды на интенсивность транспортного потока

Это объясняется тем, что с снижением температуры воздуха часть автомобилей с превышенным эксплуатационным износом перестают функционировать. Люди для передвижения чаще используют общественный транспорт. Также, стоит отметить, что приоритетом для досуга становятся теплые помещения, в результате чего люди предпочитают оставаться дома.

Изменение температуры почвы оказывает влияние на интенсивность через воздействие на дорожное полотно. В зимнее время из-за осадков, влажности, точки росы и т.п. изменяется коэффициент сцепления с дорогой, а весной наблюдается пучинистость грунтов в результате которого нарушается целостность дорожного полотна, осложняя движение транспорта.

В результате радиационного охлаждения дорожного покрытия ниже точки росы (температуры, при которой содержащийся в воздухе водяной пар достигает насыщения и конденсируется на предметах) влага из воздуха конденсируется на нем и преобразуется в очень тонкий и прозрачный слой льда, который трудно обнаружить визуально («черный лед»).

Создаются аварийно-опасные участки и заторы в результате ДТП. Стоит отметить, что здесь важным показателем является не только температура точки росы, но и радиационное охлаждение.

Под парциальным давлением какого-либо газа в газовой смеси понимается часть общего давления газовой смеси, приходящаяся на его долю при той же температуре. На рисунке 18 наблюдается увеличение опытных точек при малом парционном давлении (до 15) и наоборот, при его увеличении реже встречаются значения с высокой интенсивностью.

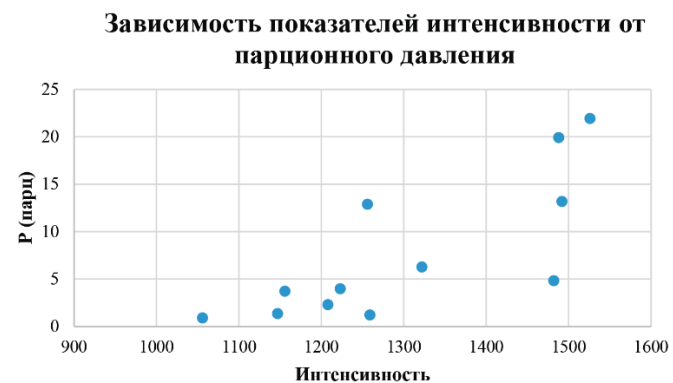


Рис. 18. Распределение контрольных точек зависимости парционного давления от интенсивности транспортного потока

Парциальное давление кислорода имеет особое значение для физиологического состояния водителя, так как оно определяет процесс газообмена в организме.

Кислород, как и всякий газ, стремится перейти из пространства, в котором его парциальное давление больше, в пространство с меньшим давлением. Следовательно, процесс насыщения организма кислородом происходит лишь в том случае, когда парциальное давление кислорода в легких (в альвеолярном воздухе) будет больше парциального давления кислорода в крови, притекающей к альвеолам, а это приводит к росту парциального давления кислорода в тканях организма.

Для удаления из организма углекислого газа необходимо иметь соотношение его парциальных давлений, обратное описанному, т.е. наибольшее значение парциального давления углекислого газа должно быть в тканях, меньшее – в венозной крови и еще меньшее – в альвеолярном воздухе.

Увеличение значение парциального давления сопровождается ухудшением состояния водителя, притупляется его внимание, увеличивается скорость реакции. Возрастает количество ДТП, и, как следствие, возникают заторы.

### Заключение

Данные исследования являются новым витком в совершенствовании системы безопасности дорожного движения, стремящейся к нулевой смертности на автомобильных дорогах. Комплексное решение, в предложенном авторами статьи варианте, оказывает прямое влияние на управление транспортными потоками в безаварийном режиме, которое ранее не было разработано и не применялось, это является научной новизной работы.

Разработанные программные решения позволили трансформировать различные структуры данных: о погоде с метеостанции Хабаровск №4853511 и интенсивности транспортных потоков 107 рубежей системы *INTEGRO-КДД* за 2018, 2019, 2020, 2021 гг., и адаптировать их друг к другу. Добавляя в общий массив данные об естественной освещенности и продолжая автоматизированный сбор погодных характеристик в круглосуточном режиме в часовых интервалах с ресурсов *OpenWeatherMap* и *Gismeteo*, становится возможным на основе полученных закономерностей, решение задач гармоничного, без существенных сбоев, функционирования любого рассматриваемого транспортного узла на улично-дорожной сети.

### Литература

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М.: Транспорт, 1993. 271 с.
2. Пугачев И.Н., Куликов Ю.И. Взгляд на цифровую трансформацию транспортной инфраструктуры России, в условия мирового тренда развития цифровизации на транспорте // Научные труды международной научно-технической конференции Транспорт: актуальные задачи и инновации (22 апреля 2021 г.). Коллектив авторов/Под ред. проф. Б.Х. Тураев. Ташкент «ПГТУ», 2021. С. 34-42.
3. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г. Влияние величины продольного уклона на ДТП с травматизмом // Наука и Техника в дорожной отрасли. №3. 2020. С. 4-7.

4. Пугачев И.Н., Лобашев А.О., Семченков С.С. и др. Планирование устойчивой городской мобильности: монография; под общ. ред. И. Н. Пугачева. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2023. 147 с.

5. Пугачев И.Н., Каменчуков А.В., Капский Д.В. и др. Эксплуатация автомобильных дорог: учебное пособие, сост.: И.Н. Пугачев, А.В. Каменчуков, Н.С. Нестерова. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2022. 168 с.

6. Управление безопасностью дорожной инфраструктуры: учебное пособие; под общ. ред. И. Н. Пугачева. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2022. 147 с.

7. Пугачев И.Н., Щеглов В.И. Реализация программ комплексного развития транспортных инфраструктур агломераций и соседствующих субъектов Российской Федерации на основе создания информационной системы // Транспорт и сервис. Вып.9. 2021. С. 7-15.

8. Пугачев И.Н., Капский Д.В., Кузьменко В.Н. и др. Исследования показателей эффективности транспортной системы симбиотического города // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса: материалы национальной научно-практической конференции, ответственный редактор П.И. Егоров. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2021. Вып. 21. (Научные чтения памяти профессора М. П. Даниловского). С. 137-148.

9. Пугачев И.Н. Теоретические принципы и методы повышения эффективности функционирования транспортных систем городов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Уральский государственный университет путей сообщения. Екатеринбург, 2010.

10. Пугачев И. Н., Тормозов В. С. Разработка нового метода детектирования и классификация транспортных средств по спутниковым изображениям // Дороги и мосты. Вып. 49-1. 2023. С. 199-221.

11. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г., Каменчуков А.В. Совершенствование методов оценки качества и безопасности дорожного движения. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. 139 с.

12. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г. Применение методов статистического анализа для оценки параметров транспортных потоков и характеристик улично-дорожной сети // Дальневост. юрид. ин-т МВД России. Хабаровск: РИО ДВЮИ МВД России. 2020. 108 с.

13. Ваксман С.А. Проблемы развития и организации функционирования транспортных систем городов // Проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы VIII международной (одинадцатой екатеринбургской) научно-практической конференции. Екатеринбург: УрГЭУ, 2002. С. 5-9.

14. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г. Применение методики коэффициентов травматизма в целях контроля качества будущих и эксплуатируемых дорог // Качество и жизнь. 2016. № 1 (9). С. 58-61.

15. Ярмолинский А.И., Пугачев И.Н., Шешера Н.Г. Совершенствование методики оценки аварийности автомобильных дорог по степени обеспечения безопасности движения в городских условиях // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2016. № 3 (42). С. 33-42.

16. Pugachev I., Kulikov Y., Markelov G., Sheshera N. Factor Analysis of Traffic Organization and Safety Systems // 12th International Conference «Organization and Traffic Safety Management in large cities», SPbOTSIC-2016, 28-30 September 2016, St. Petersburg. St. Petersburg, 2017, pp. 529-535.

17. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г., Щеглов В.И. Анализ геометрических элементов дорог с помощью современных геоинформационных систем при оценке их аварийности // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 3 (86). С. 127-133.



## PROGRAM APPROACH TO INTEGRATED COLLECTION AND DATA PRODUCTION ON VEHICLE INTENSITY MOVEMENTS, WEATHER CONDITIONS AND NATURAL LIGHT IN HOURLY INTERVALS

**Igor N. Pugachev**, Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (HFRC FEB RAS), Russia, Khabarovsk, [ipugachev64@mail.ru](mailto:ipugachev64@mail.ru)

**Pavel B. Skripko**, Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Russia, Khabarovsk, [skripkop@yandex.ru](mailto:skripkop@yandex.ru)

**Nikolai G. Sheshera**, Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Russia, Khabarovsk, [kolyaka239@mail.ru](mailto:kolyaka239@mail.ru)

### Abstract

The steady growth in the level of motorization inevitably leads to congestion of the elements of the road network in the cities of our country. The intensity movements of road transport is an important indicator of accidents, as it determines the modes and conditions for the occurrence of accident-hazardous areas. At the same time, the state of controlled intersections is the most relevant. The consequence of an accident is a large number of factors of the Driver-Car-Road-Environment system. To predict this negative phenomenon, which is considered a failure in a harmoniously functioning transport infrastructure, it is necessary to study the accompanying conditions and their influence on each other in detail. Thus, in order to carry out the necessary reconstruction measures at emergency hazardous areas, including at controlled intersections, it is necessary to carry out high-quality calculations aimed at evaluating the effectiveness of the proposed measures, as well as designing control modes at intersections with the optimal configuration of elements. This article discusses a software approach to the integrated collection and preparation of data, the use of which makes it possible, on the basis of the obtained patterns, to solve the problems of harmonious, without significant failures, the functioning of any considered transport hub on the road network. These studies are a new round in the improvement of the road safety system, striving for zero deaths on roads. The complex solution, in the version proposed by the authors of the article, has a direct impact on the management of traffic flows in an accident-free mode, which has not been previously developed and applied, this is the scientific novelty of the work.

**Keywords:** intensity of traffic flows, weather conditions, hourly intervals, interpolation, integrated data collection.

### References

1. V.F. Babkov, "Road conditions and traffic safety," Moscow: Transport, 1993. 271 p.
2. I.N. Pugachev, N.G. Sheshera, A.V. Kamenchukov, "Improvement of methods for assessing the quality and safety of road traffic," Khabarovsk, 2018. 139 p.
3. S.A. Vaksman, "Problems of development and organization of the functioning of transport systems of cities," *Problems of development of transport systems of cities and zones of their influence: Proceedings of the VIII international (eleventh Yekaterinburg) scientific and practical conference*. Yekaterinburg: USUE, 2002, pp. 5-9.
4. I.N. Pugachev, N.G. Sheshera, "Application of the injury rate methodology to control the quality of future and exploited roads," *Quality and life*. 2016. No. 1 (9), pp. 58-61.
5. A.I. Yarmolinsky, I.N. Pugachev, N.G. Sheshera, "Improving the methodology for assessing the accident rate of highways according to the degree of traffic safety in urban conditions," *Bulletin of the Pacific State University*. 2016. No. 3 (42), pp. 33-42.
6. I. Pugachev, Y. Kulikov, G. Markelov, N. Sheshera, "Factor Analysis of Traffic Organization and Safety Systems," *12th International Conference "Organization and Traffic Safety Management in large cities", SPbOTSIC-2016*, 28-30 September 2016, St. Petersburg. St. Petersburg, 2017, pp. 529-535.
7. I.N. Pugachev, N.G. Sheshera, V.I. Shcheglov, "Analysis of the geometric elements of roads using modern geoinformation systems in assessing their accident rate," *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2021. No. 3 (86), pp. 127-133.
8. I.N. Pugachev, V.S. Tormozov, "Development of a new detection method and classification of vehicles based on satellite images," *Roads and bridges*. Issue. 49-1. 2023, pp. 199-221.
9. I.N. Pugachev, Yu.I. Kulikov, "A look at the digital transformation of the transport infrastructure of Russia, in the context of the global trend in the development of digitalization in transport," *Scientific proceedings of the international scientific and technical conference Transport: current tasks and innovations (April 22, 2021)*. Under the editorship of prof. B.H. Turaev. Tashkent "TSTU", 2021, pp. 34-42.
10. I.N. Pugachev, N.G. Sheshera, "Application of statistical analysis methods to assess the parameters of traffic flows and characteristics of the street and road network," *Dal'nevost. legal in-t of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. Khabarovsk: RIO FYul Ministry of Internal Affairs of Russia. 2020. 108 p.
11. I.N. Pugachev, N.G. Sheshera, "Influence of the magnitude of the longitudinal slope on traffic accidents with injuries," *Science and Technology in the road industry*. No. 3. 2020, pp. 4-7.
12. I.N. Pugachev, A.O. Lobashev, S.S. Semchenkov et al., "Planning for sustainable urban mobility: monograph," under total ed. I.N. Pugacheva. Khabarovsk: Publishing House of the Far East State University of Transportation, 2023. 147 p.
13. I.N. Pugachev, A.V. Kamenchukov, N.S. Nesterov, "Operation of highways," Khabarovsk: Publishing House of the Far East State University of Transportation, 2022. 168 p.
14. I.N. Pugachev, A.V. Kamenchukov, DV. Kapsky et al., "Road infrastructure safety management," ed. I.N. Pugacheva. Khabarovsk: Publishing House of the Far East State University of Transportation, 2022. 147 p.
15. I.N. Pugachev, V.I. Shcheglov, "Implementation of programs for the integrated development of transport infrastructures of agglomerations and neighboring subjects of the Russian Federation based on the creation of an information system," *Transport and service*. Issue 9. 2021, pp. 7-15.
16. I.N. Pugachev, D.V. Kapsky, V.N. Kuzmenko et al., "Studies of the efficiency indicators of the transport system of a symbiotic city," *Far East: problems of development of the architectural, construction and road transport complex: materials of the national scientific-practical conference*. Editorial board, executive editor P.I. Egorov; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Pacific State University. Khabarovsk: Pacific Publishing House. state un-ta, 2021. Issue. 21. (Scientific readings in memory of Professor M. P. Danilovsky), pp. 137-148.
17. I.N. Pugachev, "Theoretical principles and methods for improving the efficiency of urban transport systems," Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. Ural State University of Communications. Yekaterinburg, 2010.

### Information about authors:

**Igor N. Pugachev**, Deputy Director for Research, HFRC FEB RAS, Dr. tech. Sciences, Associate Professor, Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (HFRC FEB RAS), Khabarovsk, Russia

**Pavel B. Skripko**, cand. tech. Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Information and Technical Support of the Department of Internal Affairs, Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Khabarovsk, Russia,

**Nikolai G. Sheshera**, cand. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Technical Support of the Department of Internal Affairs Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Khabarovsk, Russia