

Окончание таблицы 4

1	2	3
7	Введение в процедуру урегулирования элементов узкой специализации	Организатор аукциона за счет накопления опыта урегулирования по узкому направлению высвободит ресурсы страховой организации на типовые (поточные) случаи урегулирования
8	Реализация социальной составляющей	За счет сокращения временных издержек клиентов страховых организаций, упрощения для них процедур урегулирования имущественного ущерба популярность вида страхования возрастает, реализуется его общественная миссия при сохранении экономических интересов страховой организации. Внедряется механизм возврата в хозяйственный, экономический оборот имеющих физический ресурс продуктов высокотехнологического производства автомобилестроения, материальных ресурсов – годных остатков ТС
9	Реализация экологической составляющей	Появляются возможности запуска механизма снижения загрязнения окружающей среды отходами погибших частей

УДК 656

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ «BYSAFETYINDEX»
ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
ПО МОДЕЛИ ХЕРМАНА-ПРИГОЖИНА
DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SYSTEM «BYSAFETYINDEX»
TO ASSESS THE QUALITY OF ROAD TRAFFIC ON THE MODEL
HERMAN-PRIGOGINE**

Канский Д.В., доктор технических наук, доцент, Заведующий Научно-исследовательским центром дорожного движения, **Кузьменко В.Н.**, **Мозалевский Д.В.** (Белорусский национальный технический университет (БНТУ), филиал БНТУ «Научно-исследовательская часть»);

Касьяник В.В., старший преподаватель, **Евтух А.В.**, магистрант (Брестский государственный технический университет)

Kapski D.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Research Centre for road Traffic; **Kuzmenko V.N.**, **Mozalevski D.V.** (Belarusian National Technical University (BNTU), Branch of BNTU «Research Department»); **Kasyanik V.V.**, Senior Lecturer, **Evtukh A.V.**, Undergraduate (Brest State Technical University)

Аннотация. В статье приведены результаты по разработке программной системы, включающей в себя модули сбора навигационных данных, хранения, верификации данных треков, управления данными дорог, расчета показателей модели Хермана-Пригожина и классификации улиц по данным

параметрам. Получены результаты, подтверждающие работоспособность разработанного программного обеспечения. В результате использования полученного инструмента к навигационным данным, собранным в Республике Беларусь, а именно для г. Минска была продемонстрирована способность программной системы выделять классы улиц с различными условиями организации дорожного движения и влияния нагрузки транспортного потока на пропускную способность. Данный инструмент может быть применен для анализа транспортных коридоров, основных магистралей и улиц города с целью нахождения участков первостепенной важности, которые требуют модернизации и усовершенствования.

Abstract. *The article presents the results on the development of a software system, which includes navigation data acquisition modules, storage, verification of the data tracks, data management of roads, of calculating the model Herman, Prigogine and classification of these parameters on the streets. The results obtained confirm the efficiency of the developed software. As a result of the resulting instrument for navigational data collected in Belarus, namely the city of Minsk has demonstrated the ability of a software system to allocate Classes streets with different conditions of traffic and the impact of traffic on the load capacity. This tool can be used to analyze the transport corridors, major highways and streets in order to find areas of paramount importance, which require modernization and improvement.*

Проблема автоматизации управления движением наземных транспортных средств возникла еще в начале XX века вместе с развитием железнодорожного и автомобильного транспорта.

В 70-х годах вопрос об автоматизации управления движением автомобильного транспорта в связи с массовым развитием дорожного движения в промышленно развитых странах встал особенно остро. Поэтому на мировом рынке появились системы управления автотранспортом на основе локальных систем местонахождения объектов. Принципиально новые возможности для создания автоматизированных систем управления транспортными потоками в масштабах городов, регионов и даже континентов появились в связи с развитием спутниковых систем радиосвязи.

Спутниковый мониторинг транспорта – система мониторинга подвижных объектов, построенная на основе систем спутниковой навигации, оборудования и технологий сотовой и/или радиосвязи, вычислительной техники и цифровых карт.

Спутниковый мониторинг транспорта используется для диспетчерского контроля и управления пассажирского транспорта, для решения задач транспортной логистики в системах управления перевозками и автоматизированных системах управления автопарком.

GPS-мониторинг транспорта – одна из разновидностей систем спутникового мониторинга транспорта, основанная на использовании американских спутников GPS.

Принцип мониторинга заключается в отслеживании и анализе пространственных и временных координат транспортного средства. Существует два варианта мониторинга: «on-line» – с дистанционной передачей координатной информации и «off-line» – информация считывается по прибытию на диспетчерский пункт. На транспортном средстве устанавливается мобильный модуль, состоящий из следующих частей: приёмник спутниковых сигналов, модули хранения и передачи координатных данных. Программное обеспечение мобильного модуля получает координатные данные от приёмника сигналов, записывает их в модуль хранения и по возможности передаёт посредством модуля передачи. Мобильный модуль может быть построен на основе приёмников спутникового сигнала, работающих в стандартах NAVSTAR, GPS или ГЛОНАСС.

Системы спутникового мониторинга транспорта решают следующие задачи:

- мониторинг включает определение координат местоположения транспортного средства, его направления, скорости движения и других параметров: расход топлива, температура в холодильнике и др.;

- сбор статистики и оптимизация маршрутов – анализ пройденных маршрутов, скоростного режима, расхода топлива и других транспортных средств с целью определения лучших маршрутов.

Система спутникового мониторинга транспорта включает следующие компоненты.

Транспортное средство, оборудованное GPS или ГЛОНАСС-контроллером или трекером, который получает данные от спутников и передаёт их на серверный центр мониторинга посредством GSM, CDMA. Серверный центр оснащен программным обеспечением для приёма, хранения, обработки и анализа данных.

Сбор данных о характеристиках треков транспортных средств, получаемых с навигационного оборудования, может осуществляться двумя методами:

- пассивный эксперимент, при котором осуществляется сбор выборочных данных по совокупности случайных маршрутов движения автомобилей, располагающих бортовыми навигационными системами (GPS или оборудование ГЛОНАСС), с последующей привязкой треков к ГИС-карте города;

- активный эксперимент, при котором сбор данных осуществляется автомобилем-лабораторией на заранее выбранных маршрутах движения по УДС.

Методика пассивного эксперимента наряду с использованием модели Германа-Пригожина позволяет оценить параметры транспортного потока,

и построить систему поддержки принятия решений для управления перевозками, выбором маршрутов движения и оценки возможных изменений в транспортной системе.

От качества организации дорожного движения зависит сегодня практически все сферы деятельности государства. Работа в области повышения качества организации дорожного движения начинается с оценки существующей ситуации на магистралях, улицах городов, поэтому разработка современных программных систем для оценки и анализа условий дорожного движения с использованием новых технологий весьма актуальна.

Появление новых технологий распределенного сбора, хранения и обработки сверх больших объемов данных, методологии Data Mining позволяют современным программным системам собирать и обрабатывать статистический материал, получая новые результаты, недоступные технологиям ранее. Применение таких программных систем к исследованиям существующей дорожной сети дает возможность лицам, принимающим решения, адекватно и количественно обосновывать свои решения. Это приводит к устранению проблем в узких местах дорожной сети, позволяет уменьшить удельную стоимость принятых мер, а также в режиме реального времени отслеживать изменения, происходящие в улично-дорожной сети.

Описываемая программная система, предназначена в первую очередь для специалистов по оценке транспортных потоков, влияния условий дорожного движения на производительность всей сети, анализу возможностей наращивания или перераспределения транспортных потоков между магистральными линиями. Кроме того, данный инструмент призван обеспечить исследователей современным инструментом для анализа сверхбольших объемов данных для обоснования принимаемых решений в области совершенствования дорожной инфраструктуры.

Программная система предназначена для сбора и анализа навигационных данных с дальнейшим применением в оценке характеристик транспортных потоков на основе двухжидкостной модели Хермана-Пригожина. Сбор данных производится с помощью большого количества навигационных модулей, установленных на транспортных средствах или смартфонах пользователей. Анализ данных осуществляется централизованно на производительном компьютере, так как требует большого количества вычислений.

Серверная часть системы представляет собой веб-приложение. Веб приложение используется для:

- загрузки треков из файла. Треки могут использоваться как свои в формате JSON, полученные клиентским приложением, так и треки сторонних организаций в формате CSV;
- обработки треков по модели Германа-Пригожина;
- визуализации полученных результатов с наложением на картографический сервис Google Map;

– кластеризации участков улично-дорожной сети по параметрам модели Хермана-Пригожина.

Разработанная таким образом программная система даст возможность количественной оценки качества организации дорожного движения с использованием навигационных данных, а также позволит визуализировать процесс работы на базе геоинформационной системы Google Maps.

Компьютерная программа «BySafetyIndex» предназначена для определения показателей качества обслуживания дорожной инфраструктуры на основе модели Хермана-Пригожина с использованием облачных технологий для обработки сверхбольших объемов данных.

Область применения – организация и безопасность движения; оценка качества организации движения на основе пассивного метода сбора данных. Компьютерная программа позволяет собирать и обрабатывать обезличенные навигационные данные транспортных средств, а также рассчитывать на основе этих данных показатель Хермана-Пригожина для качества обслуживания конкретной дороги с последующей визуализацией данных на геосервисе google-maps.

Программа также выполняет следующие функции:

- сбор данных и предварительная обработка. Сбор данных с клиентских устройств, предварительная обработка и верификация данных; распределение данных по географическому признаку; передача на облачное хранилище для дальнейшей обработки;
- расчет показателей и визуализация информации. Результаты обработки данных отображаются в виде графиков и отчетов.

Программа позволяет производить расчет на основании большого количества пассивных навигационных данных пользователей системы. Результаты расчета выводятся в форме отчета и наносятся на специальный слой на геосервисе google-maps.

Программа написана на языке программирования Python с использованием библиотеки Flask и google-maps-api и является самостоятельным программным изделием.

Компьютерная программа представлена набором скриптов облачного приложения (подпрограмм), представляющих собой модули сбора, хранения и подготовки данных, обработки и расчета, вывода на экран, вывода на геосервис и т.д.

Файлы программы:

- файл запуска программы (главный скрипт) run.py;
- db_migrate.py;
- db_create.py;
- views.py;
- utils.py;
- safety.py;

- models.py;
- forms.py;
- models.py;
- db_upgrade.py;
- config.py;

Веб-страницы:

Base.html;

Index.html;

map.html.

Системные требования: наличие установленного и настроенного веб-сервера с поддержкой python и Flask. Развертывание приложения осуществляется в папку для веб-страниц сервера.

Исходные данные загружаются пользователем в виде архива треков или собираются с помощью приложений для навигационного оборудования.

Входная информация, необходимая для работы программы, содержит сведения о времени, координатах и их точности движения транспортных средств по стандарту NMEA для GPS. После загрузки данных треков, пользователь выбирает участки дорожной сети для анализа и выполняет расчет параметров, если для выбранного участка имеется достаточное количество треков.

Компьютерная программа позволяет автоматизировать сбор, обработку и визуализацию параметров дорожной сети, что резко снижает трудозатраты и время на оценку эффективности внедряемых мероприятий по организации дорожного движения, и позволяет выбрать лучшее решение с точки зрения минимизации потерь в дорожном движении.

Основные экранные формы представлены на рисунках 1–7.

Математическое моделирование транспортных корреспонденций и потоков играет все большую роль в методическом обеспечении разработки и реализации любых мероприятий по управлению пропускной способностью дорожных сетей. Применение математических моделей при планировании управляющих мероприятий в сфере транспорта, дает возможность:

- оценивать качество организации дорожного движения;
- прогнозировать эксплуатационную эффективность управляющих мероприятий и их сочетаний на основе полученных оценок;
- прогнозировать возможные негативные последствия внедрения управляющих мероприятий.

Эти прогнозы и оценки позволяют значительно повысить качество управленческих решений в сфере транспорта.

Повсеместное внедрение навигационных систем на транспорте открывает широкие возможности по сбору информации о транспортных потоках. Существует и продолжает совершенствоваться математический аппарат, обеспечивающий решение актуальных задач транспортного моделирования, оценки характеристик транспортного потока.

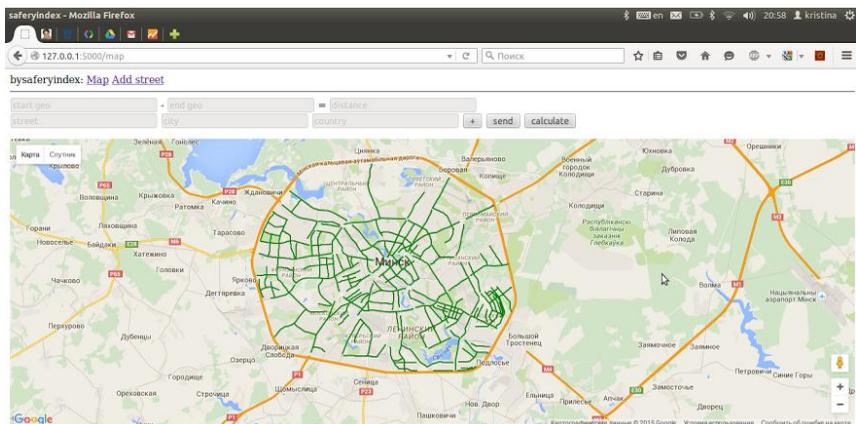


Рисунок 1 – Экран добавления улиц

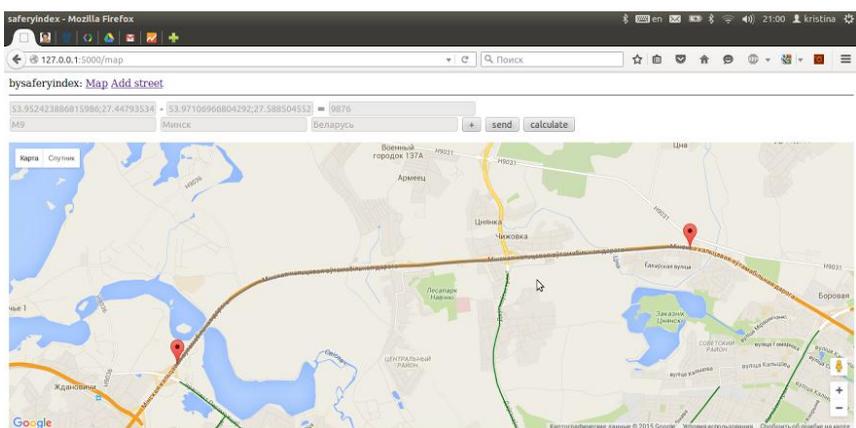


Рисунок 2 – Добавление улицы (выделение маркерами)

Оптимальные характеристики транспортной модели (уровень детализации при моделировании дорожного движения и транспортного спроса, используемый математического аппарата и программное обеспечение, и т.д.) определяются разработчиками исходя из условий решаемой задачи (т.е. из особенностей моделируемых мероприятий, исследуемой территории, ее населения, дорожной сети и т.д.) Как следствие, использование математических моделей при разработке любых мероприятий, связанных с управлением

пропускной способностью дорожных сетей, требует, чтобы разработке модели предшествовал целый ряд шагов по постановке задачи, включая:

- выявление имеющихся проблем в работе транспортной сети или коридора;
- определение целевых показателей работы транспортной сети;
- определение критериев оценки эффективности планируемых мероприятий;
- формирование расчетных сценариев для математического моделирования.

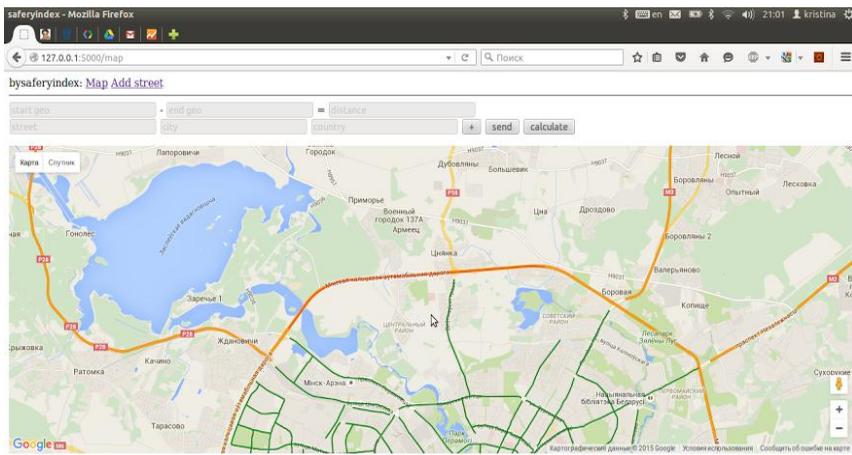


Рисунок 3 – Просмотр добавленной улицы (обозначается красным)

```

=====
Номер маршрута: 230
Адрес: Э30, Дзержинск-Кобрин, Беларусь
Начальная точка: [53.64597985644302, 27.075101939787649]
Конечная точка: [53.233207570031855, 24.430932986657227]
Расстояние по прямой: 236813 метра (см)
Расстояние по дороге: 246949 метра (см)
Скорость: 50.8 км/ч
=====
#   TT   RT   logTT   logRT   TT*TT   TT*RT   x=avg(x)   (x-avg(x))^2
1   15688. 014942. 09. 8605239797726   9.6119513189387   93.6287215157806   92.8562919797772   0.12898761159285   0.01686297840386
2   11637. 011623. 09. 8619448562191   9.3611712261789   87.6460138611976   87.6397700746974   -0.1697214057390   0.02346691275446
3   14062. 012944. 09. 85123140027591   9.4683976392988   91.2260213090517   90.4947613639918   0.0205650409120   0.00042230290777
4   19399. 012620. 09. 8028607210682   9.4430981360952   90.3048618840211   89.7388761310489   -0.0278066407789   0.00077315636591
5   16596. 014942. 09. 8605239797726   9.6119513189387   93.6287215157806   92.8562919797772   0.12898761159285   0.01686297840386
6   12689. 012669. 09. 8469139480021   9.4469139480021   89.2441717215265   89.2441717215265   -0.0937830152451   0.0070146869952
=====

x - logTT   y - logRT
-----
Подгоночные параметры для y=kx+b
k   =   0.8220264970233566
b   =   1.656101898596789

Параметры модели Герарка-Пригожина
p   =   4.618813942945377
Tmin =   10996.465642839406274
Tmin_ud =   44.829261275948260
=====
Свойств: ОК
=====

```

Рисунок 4 – Расчет параметров модели и генерирование отчета

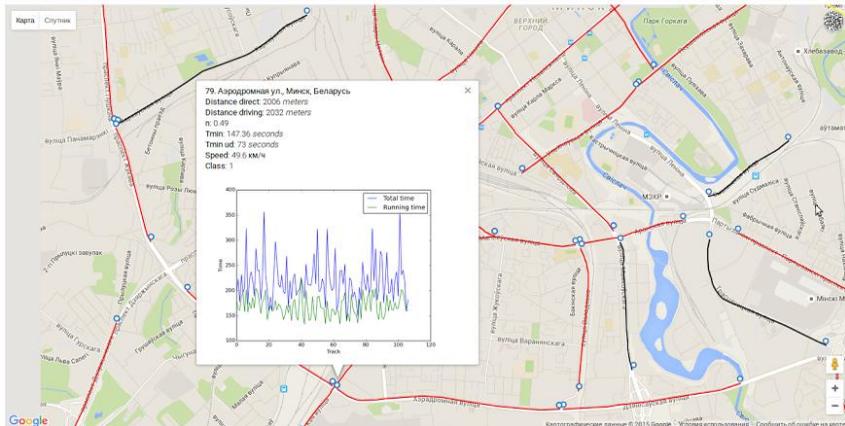


Рисунок 5 – Отображение статистики по улице

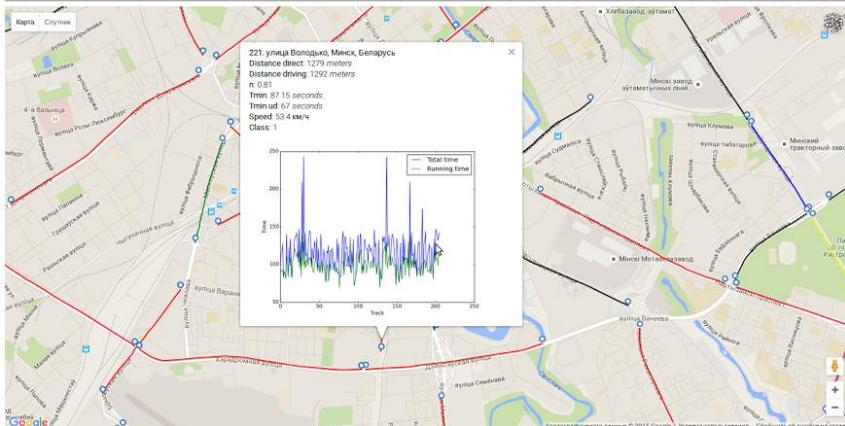


Рисунок 6 – Отображение статистики

Таким образом, для успешного применения методов математического моделирования транспортной системы, должно быть разработано методическое обеспечение, содержащее рекомендации по транспортному моделированию в составе рекомендаций по разработке планов и программ оптимизации пропускной способности дорожных сетей и транспортных коридоров.

В рамках данной работы была разработана программная система, включающая в себя модули сбора навигационных данных, хранения, ве-

рификации данных треков, управления данными улиц или дорог, расчета показателей модели Хермана-Пригожина и классификации улиц по данным параметрам. В результате тестирования программной системы были получены результаты, подтверждающие работоспособность разработанного программного обеспечения. Также в результате использования полученного инструмента к навигационным данным, собранным в Республике Беларусь, а именно для г. Минска была продемонстрирована способность программной системы выделять классы улиц с различными условиями организации дорожного движения и влияния нагрузки транспортного потока на пропускную способность. Таким образом, данный инструмент может быть применен для анализа транспортных коридоров, основных магистралей и улиц города с целью нахождения участков первостепенной важности, которые требуют модернизации и усовершенствования.

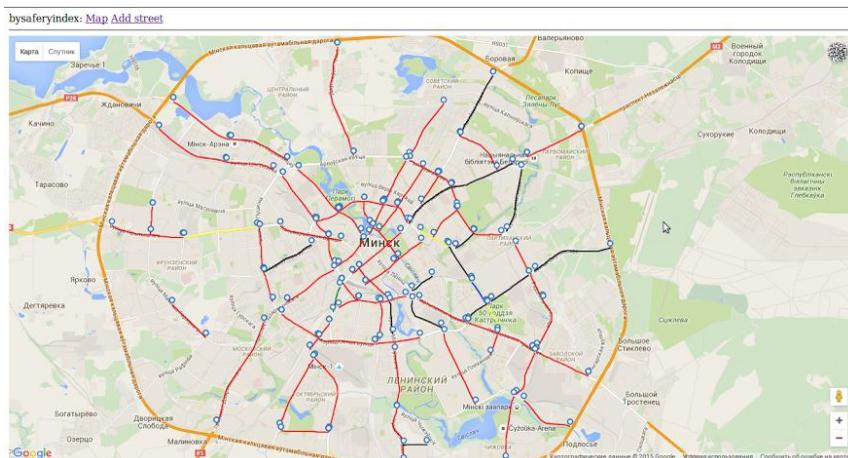


Рисунок 7 – Классификация улиц по показателю Хермана-Пригожина (цветовая маркировка классов)

Основными достоинствами разработанной системы является возможность работы как с уже собранными навигационными данными, так и сбор параметров с использованием специально разработанного мобильного приложения для ОС Android. Использование для хранения больших объемов данных облачного хранилища, а для расчетов и обработки веб-приложения позволяет сделать систему веб-сервисом. Применение такого решения в структуре современных транспортных компаний и государственных органов позволит в перспективе улучшить механизм принятия решения в процессе выбора дорог для модернизации.

Дальнейшее развитие системы требует исследований в области повышения производительности подсистем обработки и хранения данных. Рост количества данных о треках положительно сказывается на увеличении статистической достоверности полученных данных, поэтому необходимо улучшить производительность увеличения объема обработанных данных.

УДК 656.02:519.25

**СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ
НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ НАВИГАЦИОННЫХ ДАННЫХ
О ДВИЖЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**THE SYSTEM ESTIMATES PARAMETERS OF TRANSPORT
STREAMS BASED ON THE PROCESSING OF NAVIGATION DATA
ON THE MOVEMENT OF VEHICLES**

Капский Д.В., доктор технических наук, доцент, Заведующий Научно-исследовательским центром дорожного движения; **Гамульский И.К.**,
Горелик Е.Н., **Ермакова Н.С.**, **Киселевич Н.В.**, **Коржова А.В.**,
Красильникова А.С., **Кузьменко В.Н.**, **Мозалевский Д.В.**

(Белорусский национальный технический университет (БНТУ),
филиал БНТУ «Научно-исследовательская часть»);

Капцевич О.А., кандидат технических наук (ОАО «Агат – системы
управления» – управляющая компания холдинга «Геоинформационные
системы управления»); **Касьяник В.В.**, старший преподаватель,

Евтух А.В., магистрант

(Брестский государственный технический университет)

Kapiski D.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the
Research Centre for road Traffic; **Hamulski I.K.**, **Gorelik E.N.**, **Ermakova N.S.**,

Kiselevich N.V., **Korzova A.V.**, **Krasil'nikova A.S.**, **Kuzmenko V.N.**,
Mozalevski D.V. (Belarusian National Technical University (BNTU),
Branch of BNTU «Research Department»);

Kaptsевич O.A., OJSC «AGAT – Control Systems» – managing company
«Geographic Information Management System»

Kasyanik V.V., Senior Lecturer, **Evtukh A.V.**, Undergraduate
(Brest State Technical University)

Аннотация. В статье рассмотрены метод оценки параметров транспортных потоков с использованием двухжидкостной математической модели Германа-Пригожина и разработанная на основе предложенного метода система оценки параметров на основе пассивной обработки навигационных данных о движении транспортных средств.