Форма «Т». Титульный лист отчета о выполнении проекта

<table>
<tr><td rowspan="3">Название проекта:
Проактивный подход к мониторингу событий в сложных распределенных системах интеллектуального города с использованием технологий больших данных и предиктивной аналитики</td><td>Номер проекта:
20-71-10087</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Код типа проекта: НГМУ-П(2023)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Отрасль знания: 01</td></tr>
<tr><td>Фамилия, имя, отчество (при наличии) руководителя проекта:
Финогеев Антон Алексеевич</td><td colspan="2">Контактные телефон и e-mail руководителя проекта:
+79270902350, fanton3@ya.ru</td></tr>
<tr><td colspan="3">Полное и краткое название организации, через которую осуществляется финансирование проекта:
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пензенский государственный университет"
ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет", ПГУ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Объем средств, фактически полученных от РНФ в период с 1 июля 2023 г. по 30 июня 2024 г.:
5000 тыс. руб.</td><td>Год начала проекта:
2023</td><td>Дата окончания проекта:
30 июня 2025 г.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Объем финансирования*, запрашиваемый на период с 1 июля 2024 г. по 30 июня 2025 г.:
5000 тыс. руб.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Руководитель проекта и Организация гарантируют, что при подготовке отчета не были нарушены авторские и иные права третьих лиц и/или имеется согласие правообладателей на представление в РНФ материалов и их использование РНФ для проведения экспертизы и для их обнародования.
В соответствии с Соглашением о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи Организация обеспечила подписание отчета простой электронной подписью руководителя проекта в Информационно-аналитической системе РНФ в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».</td></tr>
<tr><td colspan="2">Подпись** руководителя организации***

_____/_____/

Печать (при наличии) организации</td><td>Дата подачи отчета:
15.05.2024 г.</td></tr>
</table>

* Не может превышать объем средств, указанный на соответствующий период в соглашении между Российским научным фондом, руководителем проекта и организацией о предоставлении гранта на проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, дополнительных соглашениях к данному соглашению (далее – соглашение).

** Подпись должна быть расшифрована.

*** Либо уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа. В случае подписания Формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру отчета прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации (при наличии).

Форма 1о

Отчет о выполнении проекта № 20-71-10087 «Проактивный подход к мониторингу событий в сложных распределенных системах интеллектуального города с использованием технологий больших данных и предиктивной аналитики», в период с даты начала практической реализации проекта по 30 июня 2024 г.

Номер регистрации сведений о начинаемой научно-исследовательской работе в единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (rosrid.ru):

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 327 «О единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения».

123091800010-7

1.1. Заявленный в проекте план работы научного исследования на отчетный период

Формируется в соответствии с заявкой на участие в конкурсе.

В течение первого года проектных исследований предлагается выполнить работы:
1. Разработать метод сбора и анализа данных о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры (ямах, неровностях, стертой разметки, неработающих светофорах, неверно установленных дорожных знаков и т.д.), полученных посредством сбора информации от участников дорожного движения из открытых источников в сети Интернет, для оценки степени влияния показателей данного фактора на возникновение критических дорожных событий.
В процессе исследований по данному пункту предполагается:
а) разработать методику оценки безопасности участков дорожной инфраструктуры на основе анализа степени рисков возникновения критических событий различных типов в зависимости от их эксплуатационного состояния.
в) разработать метод кластеризации участков дорожно-транспортной инфраструктуры со схожими оценками эксплуатационного состояния дорожно-транспортной инфраструктуры на основе алгоритма DBSCAN для пространственной кластеризации с шумами на основе анализа плотности распределения схожих участков.
г) выполнить кластеризацию показателей инцидентов различных типов для оценки и пространственного анализа их распределения по полученным кластерам и визуализации на цифровой карте.
д) разработать приложение для визуализации информации о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры с показателями инцидентов в кластерах.
2. Развить проактивный подход к мониторингу и предиктивному анализу критических событий в распределенных системах (на примере дорожной инфраструктуры) на основе прогностического моделирования временных рядов показателей инцидентов и факторов влияния с использованием рекуррентных нейронных сетей с трансформерами.
В процессе исследований по данному пункту предполагается:
а) разработать метод прогнозирования временных рядов на основе рекуррентной нейронной сети с архитектурой трансформера (механизма внимания).
б) разработать модель рекуррентной нейронной сети с архитектурой трансформера для прогнозирования временных рядов показателей инцидентов и факторов влияния.
в) выполнить сравнение разработанного метода с методами прогнозирования, разработанными ранее в проекте.
В года предполагается опубликовать не менее 2 статей в журналах и сборниках, индексируемых в WOS и Scopus. Всего предполагается не менее 4 статей.
В течение первого года планируются командировки для поездки на международные конференции с целью представления результатов научных исследований.

1.2. Заявленные научные результаты на конец отчетного периода

Формируется в соответствии с заявкой на участие в конкурсе.

Метод сбора и анализа данных о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры (ямах, неровностях, стертой

разметки, неработающих светофорах, неверно установленных дорожных знаков и т.д.), полученных посредством сбора информации от участников дорожного движения из открытых источников в сети Интернет, для оценки степени влияния показателей данного фактора на возникновение критических дорожных событий. Метод включает:
а) методику оценки безопасности участков дорожной инфраструктуры на основе анализа степени рисков возникновения критических событий различных типов в зависимости от их эксплуатационного состояния.
в) метод кластеризации участков дорожно-транспортной инфраструктуры со схожими оценками эксплуатационного состояния дорожно-транспортной инфраструктуры на основе алгоритма DBSCAN для пространственной кластеризации с шумами на основе анализа плотности распределения схожих участков.
г) результаты кластеризации показателей инцидентов различных типов для оценки и пространственного анализа их распределения по полученным кластерам и визуализации на цифровой карте.
д) приложение для визуализации информации о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры с показателями инцидентов в кластерах.
2. Проактивный подход к мониторингу и предиктивному анализу критических событий в распределенных системах (на примере дорожной инфраструктуры) на основе прогностического моделирования временных рядов показателей инцидентов и факторов влияния с использованием рекуррентных нейронных сетей с трансформерами. Подход включает:
а) метод прогнозирования временных рядов на основе рекуррентной нейронной сети с архитектурой трансформера (механизма внимания).
б) модель рекуррентной нейронной сети с архитектурой трансформера для прогнозирования временных рядов показателей инцидентов и факторов влияния.
в) результаты сравнения нейросетевого метода с методами прогнозирования, разработанными ранее в проекте.
3. Не менее 4 научных публикаций в российских и зарубежных изданиях, индексируемых, в том числе, Scopus и/или Web of Science, содержащие системное изложение результатов теоретических исследований и апробации разработанных методов.
4. Научный отчет с изложением результатов проектных исследований.

1.3. Сведения о фактическом выполнении плана работы в отчетный период
(фактически проделанная работа, от 3 до 10 стр.)

Первый результат. Разработан метод сбора и анализа данных о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры (ямах, неровностях, стертой разметки, неработающих светофорах, неверно установленных дорожных знаков и т.д.), полученных посредством сбора информации от участников дорожного движения из открытых источников в сети Интернет, для оценки степени влияния показателей данного фактора на возникновение критических дорожных событий.

Анализ аварийности на дорогах показывает, что дорожно-транспортные происшествия распределяются неравномерно и концентрируются на отдельных участках дорог. Чтобы эффективно реализовать мероприятия по повышению безопасности движения, необходимо объективно выявлять участки концентрации ДТП, оценивать степень опасности данных участков и определять причины и факторы, влияющие на аварийность каждого участка. Одними из основных факторов являются погодные условия и дефекты дорожного покрытия на данных участках. Погодные условия можно прогнозировать и выдавать рекомендации участникам дорожного движения заблаговременно, а снизить влияние дефектов дорожного покрытия можно за счет своевременных профилактических и ремонтных мер после их выявления и распознавания.

Результатом исследования является разработанная методика оценки безопасности участков дорожной инфраструктуры на основе анализа степени рисков возникновения критических событий различных типов в зависимости от их эксплуатационного состояния. Для достижения цели, по полученным фото и видеоданным о дефектах дорожного покрытия и по данным с погодных дорожных станций об эксплуатационном состоянии участков дорог в зонах мониторинга, были выполнены следующие задачи:
1. Проведена предварительная обработка изображений и подготовка для распознавания и классификации.
2. Выполнено распознавание и классификация изображений дефектов.
3. Выполнена сегментация и локализация изображений дефектов на участках дорог.
4. Выполнено детектирование границ дефектов для оценки их размеров.
5. Выполнена кластеризация участков дорог согласно эксплуатационному состоянию с учетом типов обнаруженных дефектов и геометрических параметров.
6. Ранжированы кластеры участков дорог с выявленными дефектами по степени влияния на показатели аварийности ТС

с целью определения приоритетности ремонтных работ.
Был разработан комбинированный подход к распознаванию и классификации дефектов в условиях шумов на фотографиях и видеокадрах, полученных в результате сканирования дорог мобильными лабораториями. Целью является кластеризация участков дорог и их сегментов по числу и размеру дефектов, степени их влияния на риски ДТП. Метод базируется на подходах, которые были ранее разработаны коллективом авторов для решения похожих задач по распознаванию объектов в городской и дорожной среде для ситуационного управления критическими событиями. Первый метод был разработан для системы управления событиями в городской среде по результатам анализа различных ситуаций, которые фиксируются камерами видеонаблюдения. Метод базируется на выборе и сегментации объектов на распознавании объектов на видеокадрах посредством сверточной нейронной сети MaskR-CNN и использовании библиотеки OpenCV. Другой метод был создан для распознавания объектов в реальном времени в дорожной среде для определения траекторий движения беспилотного транспорта в сложных погодных условиях, когда изображения могут частично перекрываться, искажаться или размываться из-за осадков.
Проведено распознавание дефектов на дорожном полотне по степени их контрастности в сравнении с бездефектными участками. Основными проблемами здесь является точность распознавания и классификации дефектов в условиях шумов, связанных с погодными условиями и освещением, а также невозможность или неточность определения их геометрических размеров по двухмерным изображениям. Поэтому для решения задач обнаружения, распознавания и классификации дефектов дорожного покрытия с допустимой точностью при обработке изображений с шумами был создан универсальный подход, включающий два метода:
1) Комбинированный метод с использованием алгоритмов IoU-HOG- ACM-BoVW для распознавания и классификации сильно зашумленных изображений,
2) Метод сегментации и распознавания с использованием сверточной нейронной сети MaskR-CNN для распознавания и классификации слабо зашумленных изображений.
Следующим шагом распознавания объектов является классификация изображений. Для решения задачи после выделения дескрипторов методом HOG часто применяется метод опорных векторов, идея которого заключается в нахождении гиперплоскости между входными данными, чтобы выделить объекты схожие с теми, на которых алгоритм был обучен.
В наших исследованиях для классификации и распознавания дефектов после детектирования границ применяется метод «Мешок визуальных слов» (Bag of Visual Words, BOVW). Наборы дескрипторов особых точек дефектов с реальных изображений, полученные методом HOG, являются входными данными для распознавания и классификации. После распознавания изображение и наборы дескрипторов особых точек включаются в обучающий или тестовый набор. Для распознавания и классификации изображений дефектов применяется обучающая выборка, включающая как набор изображений дефектов, так и набор аналогичных по размеру бездефектных изображений дорожного покрытия. Оба набора представляют словарь визуальных слов, который используется в методе BoW. В качестве изображений дефектов дорожного покрытия для обучения методов кластеризации и распознавания дефектов взята библиотека реальных изображений дефектов (трещин и выбоин), находящаяся в открытом доступе. Данный набор содержит 40 000 изображений размером 227 x 227 пикселей, которые сгенерированы из 458 изображений высокого разрешения с разным качеством и условиями съемки (Рис. 1).
Словарь подготавливается путем определения дескрипторов с помощью алгоритма HOG. Дескрипторы группируются в кластеры с центроидами методом K-Means, которые в дальнейшем являются визуальными словами для частотного анализа наборов дескрипторов новых изображений. Дескрипторы из набора исходного изображения распределяются по кластерам словаря посредством вычисления и сравнения расстояний до центроидов. Для каждого кластера подсчитывается число новых дескрипторов. Множество полученных чисел представляет вектор BoW-признаков изображения дефекта.
Другой метод базируется на использовании сверточных нейронных сетей (Convolutional Neural Network, CNN) для обнаружения, распознавания и сегментации повреждений дорожного покрытия. В нашем случае применяется модель классификатора на основе сверточной нейронной сети MaskR-CNN. Особенностью модели является встроенный самообучаемый механизма извлечения признаков из изображения с помощью масок. Модель MaskR-CNN включает сверточную и разверточную части. Сверточная часть базируется на основе Faster R-CNN, которая преобразует входное изображение в многомерное представление признаков, т.е. извлекает признаки из исходного изображения. Скользящее окно или ядро последовательно перемещается по изображению. Каждый элемент окна имеет весовой коэффициент для перемножения со значением пикселей, которые попадают в ядро. Полученные после умножения значения чисел складываются, а взвешенная сумма становится признаком. После прохождения ядром всего изображения получается матрица признаков. Далее в следующих слоях сети операция свертки применяется к данной матрице. В общем случае к изображению на каждом слое модели может применяться несколько фильтров с разными весовыми коэффициентами, что позволяет получить на выходе несколько матриц или каналов карт. Настройка весов

каждого фильтра происходит процедурой обратного распространения ошибки (backpropagation). Результатом операций свертки являются получение нескольких каналов карт признаков для групп пикселей. Модель MaskR-CNN включает также модуль прогнозирования положения маски, которая включает распознаваемое изображение объектаю. Маска представляет прогнозируемую ограничивающую рамку и или сегмент изображения с выделенным объектом. Рамка задается прямоугольной матрицей, где 1 означает принадлежность пикселя объекту, а 0 — нет (Рис. 2).
Маска определяется отдельно для каждого типа и размеров распознаваемых объектов. Для выявления дефектов разных размеров на одном изображении используются разные пропорции прямоугольников. Таким образом из изображения выделяются разные сегменты с отдельными дефектами. На следующем шаге в каждой прямоугольной области определяется конкретный дефект путем выделения фиксированных признаков и последующей их классификации по наборам из обучающей выборки.
На последнем шаге реализуется сегментация в разверточной части сети, которая основана на модели FCN. Здесь синтезируются маски для каждого изображения дефекта в области. Разверточная часть играет роль генератора, который создает сегментированное изображение дефекта из извлеченных признаков. На выходном слое сети с сигмовидной активационной функцией получается сегментированное изображение дефекта в виде матрицы пикселей. Для этого реализуется процедура декодирования и результирующее изображение включает бинарную маску объекта с максимально точной прорисовкой границ и локализацией их на изображении. Таким образом определяется форма объекта, вычисляется его площадь и местоположение на фотографии или видеокадре. Архитектура Mask R-CNN позволяет получать точную детализацию дефекта в результате сегментации. Можно задавать маски разных цветов для визуализации и локализации дефектов, а также извлекать их из изображения. Локализация дефектов на изображении позволяет вычислить точные координаты каждого дефекта, так как фото и видеосъемка дорожного полотна выполняется с временной и геопространственной привязкой. Это важно для оценки влияния конкретного дефекта на риски ДТП в зависимости от расположения на полосах проезжей части.
Оценка степени опасности участков дорог и рисков ДТП выполняется различными способами по ряду критериев. Прежде всего анализ аварийности, и оценка опасности должен выполняться в местах концентрации ДТП по алгоритму аудита с проведением топографического анализа для определения возможных факторов аварийности с экспертной оценкой их влияния. Местоположения участков (пространственные координаты есть в метаданных изображений) сравниваются с местами концентрации ДТП, которые есть в отрытом доступе. В случае совпадения координат изображений участков и мест ДТП, участки считаются опасными для ТС и приоритетными для ремонтных работ. Однако после пространственного анализа могут остаться достаточно большое число участков со схожим эксплуатационным состоянием, где к данному моменту времени ДТП не зафиксированы. Они должны также отмечаться как опасные участки с потенциальными рисками ДТП.
Для сортировки участков по степени опасности выполняется кластеризация всех отобранных изображений по степени схожести эксплуатационного состояния. Далее ранжировать кластеры и участки внутри них по степени опасности и рискам ДТП. Степень опасности участков с дефектами определяется способами пространственного и статистического анализа. При пространственном анализе сравниваются координаты мест ДТП за предыдущие периоды времени и координаты изображения участков с дефектами. Участки, совпадающие с координатами мест ДТП, считаются опасными для дорожного движения и их ранжирование зависит от числа ДТП. Другие участки группируются в кластеры по степени схожести дефектов с учетом типоразмеров, числа и расположения дефектов и ранжируются вне зависимости от совпадения с местами ДТП.
При статистическом анализе для оценки степени опасности участка с дефектами используются следующие показатели: а) количество и частота возникновения ДТП за период времени в регионах и на дорогах, показатели аварийности, сведения о типе ДТП, степени тяжести и последствиях, б) экспертная оценка степени опасности участков с ДТП по балльной шкале, в) оценка степени рисков ДТП на участках с дефектами. Показатели можно получить по статистическим данным о ДТП в конкретном регионе за заданные интервалы времени в открытом доступе (Рис. 3). Информацию о концентрации аварий на участках дороги за интервалы времени с указанием типа ДТП, числа участников, тяжести ДТП, возможных причин (дорожные и погодные условия, нарушения ПДД), также можно найти в открытом доступе в табличном виде (Табл. 1) с визуализацией на цифровой карте (Рис. 4).
Оценка степени опасности участков дорог по показателям аварийности выполняется экспертным методом (Табл. 2) с указанием пространственных координат участка.
Для пространственного и статистического анализа мест концентрации ДТП и участков дорог с дефектами использованы разработанные средства классификации и визуализации на карте ДТП разных типов и степени тяжести (Рис. 5.).
Оценка рисков ДТП на участке дороги с дефектами выполняется вероятностным способом по обнаруженным ранее дефектам с оценкой их размеров, с учетом трафика по результатам фиксации проездов ТС, скорости их движения, количества нарушений ПДД, числа ДТП по видам и степени тяжести. Определение вероятности ДТП отражено в файле дополнительных материалов (формулы 1-4). При аппроксимации полученных данных о ДТП нормальным законом

распределения его риски при наезде на дефект могут определяться по вероятности попадания в доверительный интервал. На рисунке 6 отображена оценка рисков ДТП с помощью гистограммы распределения.
Следующим результатом является разработка метода кластеризации участков дорожно-транспортной инфраструктуры со схожими оценками эксплуатационного состояния дорожно-транспортной инфраструктуры на основе алгоритма DBSCAN для пространственной кластеризации с шумами на основе анализа плотности распределения схожих участков. Преимуществами алгоритма Density-Based Spatial Clustering of Application with Noise (DBSCAN) является то, что он определяет кластеры произвольной формы и не требует задания числа кластеров, так как определяет их на основе плотности точек внутри заданного радиуса окрестности. Алгоритм DBSCAN устойчив к шумам и выбросам, которые могут присутствовать на изображениях. С помощью алгоритма обеспечивается гибкость при определении требуемого уровня плотности кластеров, что позволяет более точно классифицировать схожие участки дорог. Алгоритм часто применяется для кластеризации объектов с географическими координатами. В нашем исследовании целью является получение кластеров участков дорог схожих по их эксплуатационному состоянию, а не по географической близости.
В ходе выполнения проекта разработан модифицированный алгоритм DBSCAN, работающий с многофункциональной моделью кластеризации по нескольким признакам. Модель определяет обобщенную функцию близости точек в пространстве кластеризации, которая представляет схожесть изображений или степень схожести участков дорог по их эксплуатационному состоянию. На предыдущих этапах распознавания и классификации дефектов на изображениях определяются признаки для оценки степени схожести участков дорог и их кластеризации с учетом местонахождения для визуализации на карте. Степень схожести фотографий отдельных участков определяется количеством дефектов Xd, число типов дефектов Xt, числом дефектов i-того типа X1i ,..., Xki (k – число типов дефектов), пространственными размерами дефектов Xx, Xy, Xz, концентрацией их на участке дороги Xcon, оценкой степени опасности дефекта Xs в зависимости от их размеров и местоположения на проезжей части. Данные параметры являются признаками для кластеризации. Перед кластеризацией признаки масштабируется в единый диапазон [0,1] с использованием техники нормализации min-max.
Входными параметрами алгоритма являются радиус окрестности и минимальное число точек в кластере, которые моделируют изображения участков с обнаруженными дефектами. Точки считаются схожими, если расстояние меньше и равно радиусу ε, который представляет максимальное допустимое расстояние между двумя точками кластера. Радиус задает степень схожести участков по их изображениям, группирует схожие участки дорог в кластеры для определения оценки их эксплуатационного состояния. В дальнейшем ранжирование кластеров по оценкам состояния дорог позволило получить перечень участков с максимальными рисками ДТП и установить приоритеты для проведения ремонтно-восстановительных работ. Участки дорог в кластерах визуализируются на цифровой карте с цветовой дифференциацией согласно результатам ранжирования, отмечая красными цветами разной насыщенности участки с разной степенью аварийности, а зеленым цветом участки без дефектов или с дефектами, не влияющими на риски ДТП.
Для оценки расстояния между точками, которые представляют собой изображения участков дорог с дефектами, в пространстве признаков применяется евклидова метрика. Для учета степени влияния разных признаков на расстояние между точками в гиперпространстве используется взвешенная модель (формула 5-6):
В модели рассчитывается взвешенная сумма матриц расстояний для каждой точки xi. Все расстояния в матрицах лежат в диапазоне [0,1] после нормирования признаков. Веса wn определяют вклад каждого признака в окончательную матрицу расстояний D, которые определяют степень схожести изображений участков дорог по эксплуатационному состоянию. Веса задаются экспертами при настройке системы кластеризации. Степени схожести также попадают в диапазон [0,1], и в этом интервале задается радиус окрестности.
Количество минимальных точек Pmin в кластере задает допустимое число точек, которое может определять опорную кластера и считать сформированный кластер достаточным для ранжирования и включения в список участков, которые требуют проведения ремонтных работ. Кроме опорных точек в пространстве кластеризации могут находиться граничные и шумовые точки (Рис. 7).
Граничные точки имеют в своей окрестности меньше точек, чем требуется для кластера, а точки шумов не относятся ни к опорным, ни к граничным точкам, что позволяет исключать их из дальнейшего анализа и списков приоритетных участков. Число точек в одном кластере определяет его плотность и позволяет получить статистики по числу типов дефектов, их количеству, частоте их появления на различных участках и дорогах в привязке к цифровой карте, выделяя области, требующие повышенного внимания или применения новых технологий в восстановлении дорожного покрытия.
Результаты кластеризации участков дорожной инфраструктуры с помощью алгоритма DBSCAN позволяют получить сведения для повышения эффективности дорожных работ, определить приоритетность работ по обслуживанию дорог, повысить безопасность движения, оптимизировать стратегию обслуживания и контролировать работу дорожных служб, что обеспечивать долговечность и надежность дорожных сетей. К ограничениям алгоритма относится чувствительность к заданию радиуса ε и минимального числа точек кластера.

Алгоритм работает следующим образом. Предварительно надо задать радиус окрестности и минимальное число точек кластера. Для выбора радиуса подсчитываются расстояние между всеми точками и выбирается минимальное расстояние для большинства точек. Для задания радиуса данное расстояние увеличивается в несколько раз. В нашем случае кластеризация выполнялась для 1200 изображений. Радиус для каждой итерации алгоритма был увеличен в 2, 4 и 6 раз. Минимальное число точек Pmin определяется также задается итерационно (в нашем случае от 50 до 100 точек) с шагом в 10 точек. Таким образом, было получено 18 разных результатов кластеризации. Результаты кластеризации сравниваются и из разных вариантов выбирается результат с кластерами максимальной плотности (Рис. 8).
Выбор варианта кластеризации по обучающей выборке изображений означает подбор значений двух входных параметров. Для выбора используем критерии внутренней проверки, а именно внутрикластерные и межкластерные расстояния для отбора кластеров максимальной плотности. Это означает отбор кластеров с максимально схожими изображениями дорожного покрытия по эксплуатационному состоянию участков дороги, и подтверждение того, что несхожие участки находятся в разных кластерах. Для оценки качества группировки участков в кластеры рассчитывается чистота кластера (формулы 7-8)
Чем выше чистота S, тем все кластеры содержат большее число максимально схожих участков дорог с однотипными дефектами. Если m = k, то значение чистоты равно 1 и указывает на наилучшую кластеризацию с взаимно-однозначным соответствием между кластерами и межкластерным разделением. Мера схожести участков определяется на основе расчета расстояния между точками в пространстве признаков. Для сравнения насколько схожесть участков дорого в одном кластере отличается от участков в остальных используем отношение среднего внутрикластерного расстояния к среднему межкластерному расстоянию (формула 9).
Чем меньше отношение BCV, тем лучше результаты кластеризации, так как это указывает на то, что схожие участки со определенными дефектами отличаются от других участков.
Число участков с дефектами в одном кластере определяет его плотность и позволяет рассчитать различные статистики: степень поврежденности дорожного покрытия, число типов дефектов, количество дефектов, число типоразмеров дефектов, частоту их появления на участках и т.п. Статистический анализ позволяет выделить участки дорог с разной степенью дефектности, ранжировать их по степени опасности для дорожного движения и составить список приоритетных работы по восстановлению дорожного покрытия для синтеза рекомендуемых маршрутов дорожных и ремонтных служб и техники.
Полученные кластеры и участки внутри кластера ранжируются по степени повреждения дорожного полотна. Ранжирование кластеров ведется по заданным типоразмерам дефектов, где приоритетность зависит от размеров повреждений (формула 10).
Ранжирование участков позволяет получить список приоритетов для рекомендательного синтеза маршрутов движения дорожных служб на карте для проведения ремонтно-восстановительных работ. Для визуализации и планирования ремонтных работ участки с дефектами и пространственными координатами полученных изображений отображаются на слое цифровой карты с цветовой дифференциацией согласно результатам ранжирования (от темно-красного цвета с максимальными типоразмерами наиболее опасных дефектов до зеленого цвета с бездефектными и не опасными дефектами). Слой с дефектными участками совмещается с слоем мест ДТП для визуализации совпадающих зон подтверждения гипотезы об влиянии дефектов дорожного покрытия на риски ДТП конкретных видов.
Следующим результатом является разработанное программное приложение для визуализации информации о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры с показателями инцидентов в кластерах (рисунки 4-5). На карте после сбора и анализа показываются информация о концентрации аварий на участках дороги за интервалы времени с указанием типа ДТП, числа участников, тяжести ДТП, возможных причин (дорожные и погодные условия, нарушения ПДД). Данное приложение является универсальным и также используется для сбора, анализа и визуализации данных экологического мониторинга городской среды на примере городов Волгоград и Пенза. Визуализация метеоданных в приложении на карте позволяет выполнить сравнительный анализ их показателей с числом инцидентов и нарушений в выбранных зонах в заданное время и сопоставлять данные с другими участками мониторинга. Дополнительной функцией приложения является возможность цветовой маркировки и визуализации дорожных событий, например, мест ремонта или повреждений покрытия.
Второй результат. Проактивный подход к мониторингу и предиктивному анализу критических событий в распределенных системах (на примере дорожной инфраструктуры) на основе прогностического моделирования временных рядов показателей инцидентов и факторов влияния с использованием рекуррентных нейронных сетей с трансформерами.
Основными задачами проактивного мониторинга и управления являются:
а) статистический и топографический анализ показателей ДТП с целью выявления мест их концентрации,
б) сбор и консолидация больших данных о показателях возможных факторов влияния в моменты времени и в местах концентрации ДТП,

в) определение наиболее существенных факторов влияния и их показателей,
г) обработка больших данных и синтез временных рядов для выявления корреляционной зависимости показателей аварийности от сочетания и динамики изменения показателей факторов влияния,
д) поиск схожих паттернов в спектре временных рядов показателей, их сочетаний и скрытых закономерностей для результирующих показателей аварийности,
е) предиктивный анализ и прогнозирование временных рядов изменения показателей аварийности и факторов влияния для оценки степени рисков ДТП на участках дорог,
ж) оценка рисков случайных событий («черных лебедей»), которые могут приводят к критическим ситуациям на дорогах и т.д.
Традиционные методы анализа и прогнозирования временных рядов данных, основанные на статистических и математических моделях, имеют ограничения в отношении работы с большими данными, сложными и скрытыми закономерностями, которые влияют на динамику изменения показателей аварийности в зависимости от показателей факторов. Поэтому в качестве эффективного инструментария для анализа временных рядов и прогнозирования в последнее время используются методы интеллектуального анализа и глубокого машинного обучения, модели нейронных сетей. В последние годы нейронные сети стали основными методами предиктивного анализа больших данных.
В ходе проводимых исследований для синтеза, сравнительного и предиктивного анализа временных рядов используются данные, которые собираются в дорожно-транспортной среде с помощью различных сенсорных устройств, а также со специализированных сайтов и сервисов в сети Интернет. К устройствам относятся фоторадарные комплексы фото и видеофиксации нарушений правил дорожного движения (ПДД), дорожные погодные станции, детекторы транспортных средств (ТС) и т.п. Примерами данных являются характеристики транспортных и пешеходных потоков, интенсивность и плотность трафика на дорогах, данные о проездах и скоростях ТС, данные о нарушениях ПДД (число, виды нарушений), статистические данные о ДТП на участках дорог (число, виды, степень тяжести, число участников и т.п.), характеристики метеорологических и дорожных условий (температура, давление, видимость, освещенность, сила ветра, осадки и т.п.), показатели эксплуатационного состояния дорожного покрытия (число и виды дефектов, наличие и уровень воды, снега, льда, степень загрязненности и т.п.). Ретроспективные данные используются для обучения и тестирования прогностических моделей. В качестве результирующих показателей дорожных инцидентов выбраны количество ДТП и нарушений ПДД на участках дорог в заданные интервалы времени, а в качестве факторов влияния - метеорологические данные.
Предварительно для анализа типов ДТП и нарушений ПДД были синтезированы модели семантических сетей (типах, участниках, степени тяжести и т.п.) (Рис. 9).
Для исследования корреляционных связей между временными рядами результирующих показателей и показателей метеорологических факторов ранее нами использованы методы статистического анализа с использованием модели ARIMA, сравнительного бенчмаркинг-анализа, методы интеллектуального анализа и нечеткой логики) и технологии предиктивного анализа временных рядов.
Результаты исследований связаны с синтезом и применением рекуррентной нейронной сети (RNN) для прогнозирования временных рядов. Модель RNN имеет связь с классическими методами прогнозирования временных рядов и ее можно считать расширением статистических моделей ARIMA. Для повышения точности и эффективности анализа и прогнозирования временных рядов, синтезированных для длительных временных интервалов из больших данных, было решено дополнить модель RNN архитектурой трансформера. Архитектура трансформера является достаточно новым подходом к обработке последовательности данных. Вместо рекуррентных слоев трансформер используется механизм, который обрабатывает данные параллельно вне зависимости от порядка поступления на вход модели. Поэтому эффективность возрастает при работе с большими временными рядами данных. Однако, трансформеру требуется большая обучающая выборка, что увеличивает время обучения и вычислительные затраты, по сравнению с традиционной RNN. Трансформер в RNN играет роль механизма внимания для повышения точности прогнозирования.
Для решения задачи прогнозирования необходимы подготовленные ряды данных. Разнородные данные могут включать в себя характеристики различных факторов влияния, например, показатели метеоданных (температура, давление, влажность, скорость ветра, уровень осадков и т.п.), показатель видимости, уровень освещенности, толщина снежного покрова и т.д., которые могут влиять на безопасность на дорогах. Процедура подготовки включает сбор, фильтрацию, нормализацию данных и представление их последовательности в виде временного ряда. Особое внимание уделяется заполнению пропусков в данных, так как модель RNN плохо работает с пропусками. Пропуски возникают в случае сбоя в работе устройства или сетевого оборудования. Также на этапе подготовки выполняется обнаружение аномалий и дубликатов. Аномалией считается отклонение значения показателя от среднего значения N за период времени. Дублирование данных возникает в случае рассинхронизации приемного и передающего

оборудования. Работа с аномалиями и дубликатами сводится к восстановлению пропусков в данных, так как они после обнаружения фильтруются. Обработка данных проводится методом скользящего окна. Окно моделирует множественное отображение входных и выходных данных, сохраняя стохастические зависимости между прогнозируемыми значениями (Рис. 10).

Последовательность данных для временного ряда длиной TSLength делится на множество сегментов длиной как два окна Winput и Woutput. Размер Woutput представляет собой заданный горизонт прогнозирования, Winput – размер входного окна, размер которого должен быть как можно больше, чем окно прогнозирования и период сезонности, чтобы исследовать внутренние закономерности данных независимо от сезонного фактора.

Также на этапе подготовке данных проводится нормализация разнотипных данных, преобразование качественных показателей в количественные значения, и отбор существенных показателей методом многофакторного дисперсионного анализа. После подготовки данных выполняется синтез спектра временных рядов.

Далее формируется модель рекуррентной нейронной сети, дополненная архитектурой трансформера, и выполняется ее начальная настройка. Модель включает ряд кодирующих и декодирующих слоев (Рис. 11).

Кодирующий и декодирующий слои трансформера представлены на рисунке 12.

После синтеза модели следующим этапом является обучение синтезированной модели на подготовленных ретроспективных данных. Все данные делятся на обучающую и тестовую выборки, определяется функция потерь и выбирается оптимизатор. Далее выполняется процесс обучения, в ходе которого настраиваются весовые коэффициенты на каждом слое методом градиентного спуска с целью минимизации функции потерь.

После процедуры обучения выполняется оценка модели на тестовой выборке. Процедура включает расчет метрик оценки качества модель, таких как точность, полнота, F1-мера. В завершении выполняется визуализация прогнозируемого ряда и сравнение его с фактическим рядом.

Если прогнозирование ряда по тестовой выборке не устраивает, то выполняется ее настройка для улучшения точности прогноза и производительности. Настройка может включать изменение базовых параметров и структуры модели, таких как функции потерь, числа слоев, количества нейронов и т.д. После обучения и тестирования модель применяется для прогнозирования показателей безопасности на реальных данных в ходе мониторинга событий в дорожной среде.

Результаты, полученные при использовании нейросетевого метода, в сравнении с методами прогнозирования, разработанными ранее в проекте. Для синтеза временных рядов, обучения и тестирования модели нейронной сети были получены данные с фоторадарных комплексов фото и видеофиксации дорожных событий. Примерами события являются проезды транспортных средств (ТС), нарушения правил дорожного движения (ПДД), ДТП и т.п. полученный в ходе выполнения предыдущих этапов проекта. За сутки только с одного устройства данного типа собираются данные о проездах множества ТС и нарушениями ими правил дорожного движения (ПДД). Например, число проездов за месяц по дорогам Пензенской области, зафиксированных только 6 устройствами, составило 40843 ТС, а число нарушений – 6856 превышений скорости (Табл. 3).

Интенсивный трафик наблюдается на автомобильных трассах федерального значения. Большие данные о проездах, зафиксированных скоростях ТС и нарушениях скоростного режима включают более миллиона записей за 1 месяц работы, которые выгружены только с 5 комплексов на участках дороги М5 «Урал» в Самарской области (1036 км, 1043 км, 1044 км, 1107 км, 1154 км). Данные включают 2713 факта превышения скоростного режима более чем на 20 км/ч и 214 факта превышения более чем на 40 км/ч. Факты нарушений выявлены на участках со скоростными ограничениями 60/70/90 км/ч. Примеры результатов анализа показателей дорожного движения и правонарушений приведены на графиках (Рис. 13).

Графики показывают результаты кластеризации и распределения скоростей ТС и нарушений для участков. Красные пунктирные линии показывают скоростные ограничения. Показатели проездов ТС, скорости и нарушений использованы для обучения и тестирования модели сети RNN с архитектурой трансформера.

Для предиктивного анализа требуется извлечение необходимой информации из данных выгрузки. Предварительная обработка выполняется для данных по каждому показателю в отдельности для представления в виде табличных данных (Табл. 4).

Табличные данные преобразуются к необходимому формату для синтеза временного ряда и входных данных для модели нейронной сети (Рис. 14).

Для синтеза и анализа временного ряда также выгружены архивные метеорологические данные с сайта https://www.worldweatheronline.com по ключу 97da4e9c88b24b27a6d71010222604. Временные ряды синтезированы для суточных и почасовых изменений показателей: средней температуры (avgtempC), температуры точки росы (DewPointC), температуры охлаждения ветром (WindChillC), высоты снежного покрова (totalSnow_cm), длительности светлого времени суток (sunHour), скорости ветра (windspeedKmph), видимости (visibility), влажности (humidity) и облачности (cloudcover).

Первыми шагами предиктивного анализа временных рядов являются (Рис. 15):

Подготовка данных. На данном шаге выполняется предварительная обработка табличных данных, полученных в результате выгрузки с комплексов фото и видеофиксации с целью синтеза наборов для временных рядов прогнозируемых показателей, представляющих собой сумму синусоиды и случайных шумов.
Формирование выборок данных. Подготовленные наборы данных разбиваются на обучающую и тестовую выборки в соотношении 70% на 30%. Также методом скользящего окна создаются сегменты ряда для обучающих выборок.
Далее выполняется синтез модели нейронной сети с трансформером (Рис. 16):
Синтез базовой архитектуры рекуррентной нейронной сети Basic RNN с помощью пакета TensorFlow и библиотеки Keras. Библиотека и прикладной программный интерфейс (tf.keras.layers.RNN API) может применяться для синтеза моделей LSTM и GRU. Для работы с нашими данными была выбрана модель LSTM.
Интеграция с трансформером. К модели добавляются слои трансформера с использованием функции layer_self_attention для настройки способности модели к анализу долгосрочных зависимостей в больших данных.
Далее выполняется компиляция и обучение синтезированной модели (Рис. 17).
Компиляция модели рекуррентной сети с трансформером. В процессе компиляции выполняется установка функции потерь (loss function) в виде среднеквадратичного отклонения (Mean Squared Error) и выбирается оптимизатор (Adam) для ее обучения.
Обучение модели. Для обучения модели на подготовленной обучающей выборке применяется функция fit. В процессе обучения задается число эпох обучения и размер пакета (batch size) (Рис. 18).
Заключительным этапом является прогнозирование временного ряда и визуализация результатов (Рис. 19). Прогнозы выполняются на тестовой выборке с использованием функции predict. Результаты визуализируются в виде временного ряда и сравниваются с исходным тестовым рядом для расчета точности прогнозирования.
После обучения нейронной сети для валидации и подтверждения достоверности результатов прогноза был выбран синтетический временной ряд с сезонными колебаниями в виде синусоиды (Рис. 20).
Для демонстрации работы модели с реальными данными взяты показатели скорости на одном из участков дороги со скоростным ограничением 60 км/ч. На данном примере демонстрируется 1000 значений скорости с нарушениями (Рис. 21).
В результате исследований разработана модель рекуррентной нейронной сети с архитектурой трансформера. Благодаря слою внимания в трансформере выполняется параллельная обработка информации, что позволяет после обучения нейронной сети, быстро и эффективно выявлять общие паттерны и прогнозировать длинные временные ряды показателей дорожных инцидентов. Наибольшую эффективность рекуррентная нейронная сеть с архитектурой трансформера показывает на больших данных, к которым относятся данные о показателях дорожного трафика. Основным ограничением модели трансформера, в отличии от методов, использованных на предыдущих этапах проекта, является необходимость большой обучающей выборки, что делает ее более затратным в плане вычислений. Также недостатком является относительно большое время обучения модели и число эпох, выделенных на обучение. Поэтому целью в ходе дальнейших исследований предполагается доработать модель в плане компенсации данных ограничений.

Все планируемые в отчетный период работы выполнены полностью:
да

1.4. Сведения о достигнутых конкретных научных результатах в отчетном периоде *(от 1 до 5 стр.)*

В ходе проектных исследований получены следующие научные результаты:
Первый результат. Разработан метод сбора и анализа данных о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры (ямах, неровностях, стертой разметки, неработающих светофорах, неверно установленных дорожных знаков и т.д.), полученных посредством сбора информации от участников дорожного движения из открытых источников в сети Интернет, для оценки степени влияния показателей данного фактора на возникновение критических дорожных событий.
Разработана методика оценки безопасности участков дорожной инфраструктуры на основе анализа степени рисков возникновения критических событий различных типов в зависимости от их эксплуатационного состояния.
Для достижения цели были выполнены следующие задачи:
1. Проведена предварительная обработка изображений и подготовка для распознавания и классификации.
2. Выполнено распознавание и классификация изображений дефектов.
3. Выполнена сегментация и локализация изображений дефектов на участках дорог.
4. Выполнено детектирование границ дефектов для оценки их размеров.

5. Выполнена кластеризация участков дорог согласно эксплуатационному состоянию с учетом типов обнаруженных дефектов и геометрических параметров.
6. Ранжированы кластеры участков дорог с выявленными дефектами по степени влияния на показатели аварийности ТС с целью определения приоритетности ремонтных работ.
Был разработан комбинированный подход к распознаванию и классификации дефектов в условиях шумов на фотографиях и видеокадрах, полученных в результате сканирования дорог мобильными лабораториями. Целью является кластеризация участков дорог и их сегментов по числу и размеру дефектов, степени их влияния на риски ДТП. Метод базируется на подходах, которые были ранее разработаны коллективом авторов для решения похожих задач по распознаванию объектов в городской и дорожной среде для ситуационного управления критическими событиями. Проведено распознавание дефектов на дорожном полотне по степени их контрастности в сравнении с бездефектными участками.
Для решения задач обнаружения, распознавания и классификации дефектов дорожного покрытия с допустимой точностью при обработке изображений с шумами был создан универсальный подход, включающий два метода:
1) Комбинированный метод с использованием алгоритмов IoU-HOG- ACM-BoVW для распознавания и классификации сильно зашумленных изображений,
2) Метод сегментации и распознавания с использованием сверточной нейронной сети MaskR-CNN для распознавания и классификации слабо зашумленных изображений.
Проведена оценка степени опасности участков дорог по показателям аварийности выполняется экспертным методом с указанием пространственных координат участка. Для пространственного и статистического анализа мест концентрации ДТП и участков дорог с дефектами использованы разработанные средства классификации и визуализации на карте ДТП разных типов и степени тяжести.
Разработан метод кластеризации участков дорожно-транспортной инфраструктуры со схожими оценками эксплуатационного состояния дорожно-транспортной инфраструктуры на основе алгоритма DBSCAN для пространственной кластеризации с шумами на основе анализа плотности распределения схожих участков. С помощью алгоритма обеспечивается гибкость при определении требуемого уровня плотности кластеров, что позволяет более точно классифицировать схожие участки дорог. Алгоритм часто применяется для кластеризации объектов с географическими координатами. В исследовании были получены кластеры участков дорог схожих по их эксплуатационному состоянию.
Разработан модифицированный алгоритм DBSCAN, работающий с многофункциональной моделью кластеризации по нескольким признакам. Модель определяет обобщенную функцию близости точек в пространстве кластеризации, которая представляет схожесть изображений или степень схожести участков дорог по их эксплуатационному состоянию. На предыдущих этапах распознавания и классификации дефектов на изображениях определяются признаки для оценки степени схожести участков дорог и их кластеризации с учетом местонахождения для визуализации на карте. Ранжирование кластеров по оценкам состояния дорог позволило получить перечень участков с максимальными рисками ДТП и установить приоритеты для проведения ремонтно-восстановительных работ. Участки дорог в кластерах визуализируются на цифровой карте с цветовой дифференциацией согласно результатам ранжирования, отмечая красными цветами разной насыщенности участки с разной степенью аварийности, а зеленым цветом участки без дефектов или с дефектами, не влияющими на риски ДТП. Для учета степени влияния разных признаков на расстояние между точками в гиперпространстве использована взвешенная модель. Результаты кластеризации участков дорожной инфраструктуры с помощью алгоритма DBSCAN позволяют получить сведения для повышения эффективности дорожных работ, определить приоритетность работ по обслуживанию дорог, повысить безопасность движения, оптимизировать стратегию обслуживания и контролировать работу дорожных служб, что обеспечивать долговечность и надежность дорожных сетей.
Разработано программное приложение для визуализации информации о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры с показателями инцидентов в кластерах. На карте после сбора и анализа показываются информация о концентрации аварий на участках дороги за интервалы времени с указанием типа ДТП, числа участников, тяжести ДТП, возможных причин (дорожные и погодные условия, нарушения ПДД). Данное приложение является универсальным и также используется для сбора, анализа и визуализации данных экологического мониторинга городской среды на примере городов Волгоград и Пенза. Визуализация метеоданных в приложении на карте позволяет выполнить сравнительный анализ их показателей с числом инцидентов и нарушений в выбранных зонах в заданное время и сопоставлять данные с другими участками мониторинга. Дополнительной функцией приложения является возможность цветовой маркировки и визуализации дорожных событий, например, мест ремонта или повреждений покрытия.
Второй результат. Проактивный подход к мониторингу и предиктивному анализу критических событий в распределенных системах (на примере дорожной инфраструктуры) на основе прогностического моделирования временных рядов показателей инцидентов и факторов влияния с использованием рекуррентных нейронных сетей с

трансформерами.
Для синтеза, сравнительного и предиктивного анализа временных рядов были использованы данные, которые собираются в дорожно-транспортной среде с помощью различных сенсорных устройств, а также со специализированных сайтов и сервисов в сети Интернет. К устройствам относятся фоторадарные комплексы фото и видеофиксации нарушений правил дорожного движения (ПДД), дорожные погодные станции, детекторы транспортных средств (ТС) и т.п.
Для анализа типов ДТП и нарушений ПДД были синтезированы модели семантических сетей.
Для исследования корреляционных связей между временными рядами результирующих показателей и показателей метеорологических факторов были использованы методы статистического анализа с использованием модели ARIMA, сравнительного бенчмаркинг-анализа, методы интеллектуального анализа и нечеткой логики) и технологии предиктивного анализа временных рядов.
В ходе исследований выполнен синтез и применение рекуррентной нейронной сети (RNN) для прогнозирования временных рядов. Для повышения точности и эффективности анализа и прогнозирования временных рядов, синтезированных для длительных временных интервалов из больших данных, было решено дополнить модель RNN архитектурой трансформера. Архитектура трансформера является достаточно новым подходом к обработке последовательности данных. Вместо рекуррентных слоев трансформер используется механизм, который обрабатывает данные параллельно вне зависимости от порядка поступления на вход модели. Поэтому эффективность возрастает при работе с большими временными рядами данных. Однако, трансформеру требуется большая обучающая выборка, что увеличивает время обучения и вычислительные затраты, по сравнению с традиционной RNN. Трансформер в RNN играет роль механизма внимания для повышения точности прогнозирования. Для синтеза временных рядов, обучения и тестирования модели нейронной сети были получены данные с фоторадарных комплексов фото и видеофиксации дорожных событий. Примерами события являются проезды транспортных средств (ТС), нарушения правил дорожного движения (ПДД), ДТП и т.п. полученный в ходе выполнения предыдущих этапов проекта.
Проведено обучения нейронной сети для валидации и подтверждения достоверности результатов прогноза был выбран синтетический временной ряд с сезонными колебаниями в виде синусоиды.
В результате исследований разработана модель рекуррентной нейронной сети с архитектурой трансформера. Благодаря слою внимания в трансформере выполняется параллельная обработка информации, что позволяет после обучения нейронной сети, быстро и эффективно выявлять общие паттерны и прогнозировать длинные временные ряды показателей дорожных инцидентов. Наибольшую эффективность рекуррентная нейронная сеть с архитектурой трансформера показывает на больших данных, к которым относятся данные о показателях дорожного трафика. Основным ограничением модели трансформера, в отличии от методов, использованных на предыдущих этапах проекта, является необходимость большой обучающей выборки, что делает ее более затратным в плане вычислений. Также недостатком является относительно большое время обучения модели и число эпох, выделенных на обучение.

Все запланированные в отчетном периоде научные результаты достигнуты:
да

В ходе реализации проекта выполнялись эксперименты с участием лабораторных животных:
нет

1.5. Описание выполненных в отчетном периоде работ и полученных научных результатов для публикации на сайте РНФ

на русском языке *(до 3 страниц текста, также указываются ссылки на информационные ресурсы в сети Интернет (url-адреса), посвященные проекту)*
В ходе проектных исследований получены следующие научные результаты:
1. Разработан метод сбора и анализа данных о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры (ямах, неровностях, стертой разметки, неработающих светофорах, неверно установленных дорожных знаков и т.д.), полученных посредством сбора информации от участников дорожного движения из открытых источников в сети Интернет, для оценки степени влияния показателей данного фактора на возникновение критических дорожных событий.
1)Разработана методика оценки безопасности участков дорожной инфраструктуры на основе анализа степени рисков возникновения критических событий различных типов в зависимости от их эксплуатационного состояния.
Для достижения цели были выполнены следующие задачи:
• Проведена предварительная обработка изображений и подготовка для распознавания и классификации.

• Выполнено распознавание и классификация изображений дефектов.
• Выполнена сегментация и локализация изображений дефектов на участках дорог.
• Выполнено детектирование границ дефектов для оценки их размеров.
• Выполнена кластеризация участков дорог согласно эксплуатационному состоянию с учетом типов обнаруженных дефектов и геометрических параметров.
• Ранжированы кластеры участков дорог с выявленными дефектами по степени влияния на показатели аварийности ТС с целью определения приоритетности ремонтных работ.
2) Был разработан комбинированный подход к распознаванию и классификации дефектов в условиях шумов на фотографиях и видеокадрах, полученных в результате сканирования дорог мобильными лабораториями. Целью является кластеризация участков дорог и их сегментов по числу и размеру дефектов, степени их влияния на риски ДТП. Метод базируется на подходах, которые были ранее разработаны коллективом авторов для решения похожих задач по распознаванию объектов в городской и дорожной среде для ситуационного управления критическими событиями.
3)Проведено распознавание дефектов на дорожном полотне по степени их контрастности в сравнении с бездефектными участками.
4)Для решения задач обнаружения, распознавания и классификации дефектов дорожного покрытия с допустимой точностью при обработке изображений с шумами был создан универсальный подход, включающий два метода:
• Комбинированный метод с использованием алгоритмов IoU-HOG- ACM-BoVW для распознавания и классификации сильно зашумленных изображений,
• Метод сегментации и распознавания с использованием сверточной нейронной сети MaskR-CNN для распознавания и классификации слабо зашумленных изображений.
Проведена оценка степени опасности участков дорог по показателям аварийности выполняется экспертным методом с указанием пространственных координат участка. Для пространственного и статистического анализа мест концентрации ДТП и участков дорог с дефектами использованы разработанные средства классификации и визуализации на карте ДТП разных типов и степени тяжести.
3) Разработан метод кластеризации участков дорожно-транспортной инфраструктуры со схожими оценками эксплуатационного состояния дорожно-транспортной инфраструктуры на основе алгоритма DBSCAN для пространственной кластеризации с шумами на основе анализа плотности распределения схожих участков. С помощью алгоритма обеспечивается гибкость при определении требуемого уровня плотности кластеров, что позволяет более точно классифицировать схожие участки дорог. В исследовании были получены кластеры участков дорог схожих по их эксплуатационному состоянию.
4) Разработан модифицированный алгоритм DBSCAN, работающий с многофункциональной моделью кластеризации по нескольким признакам. Модель определяет обобщенную функцию близости точек в пространстве кластеризации, которая представляет схожесть изображений или степень схожести участков дорог по их эксплуатационному состоянию. На предыдущих этапах распознавания и классификации дефектов на изображениях определяются признаки для оценки степени схожести участков дорог и их кластеризации с учетом местонахождения для визуализации на карте. Ранжирование кластеров по оценкам состояния дорог позволило получить перечень участков с максимальными рисками ДТП и установить приоритеты для проведения ремонтно-восстановительных работ. Участки дорог в кластерах визуализируются на цифровой карте с цветовой дифференциацией согласно результатам ранжирования. Для учета степени влияния разных признаков на расстояние между точками в гиперпространстве использована взвешенная модель. Результаты кластеризации участков дорожной инфраструктуры с помощью алгоритма DBSCAN позволяют получить сведения для повышения эффективности дорожных работ, определить приоритетность работ по обслуживанию дорог, повысить безопасность движения, оптимизировать стратегию обслуживания и контролировать работу дорожных служб, что обеспечивать долговечность и надежность дорожных сетей.
5) Разработано программное приложение для визуализации информации о состоянии дорожно-транспортной инфраструктуры с показателями инцидентов в кластерах. На карте после сбора и анализа показываются информация о концентрации аварий на участках дороги за интервалы времени с указанием типа ДТП, числа участников, тяжести ДТП, возможных причин (дорожные и погодные условия, нарушения ПДД). Дополнительной функцией приложения является возможность цветовой маркировки и визуализации дорожных событий, например, мест ремонта или повреждений покрытия.
2. Разработана концепция проактивного подход к мониторингу и предиктивному анализу критических событий в распределенных системах (на примере дорожной инфраструктуры) на основе прогностического моделирования временных рядов показателей инцидентов и факторов влияния с использованием рекуррентных нейронных сетей с трансформерами.
Для синтеза, сравнительного и предиктивного анализа временных рядов были использованы данные, которые собираются в дорожно-транспортной среде с помощью различных сенсорных устройств, а также со

специализированных сайтов и сервисов в сети Интернет. К устройствам относятся фоторадарные комплексы фото и видеофиксации нарушений правил дорожного движения (ПДД), дорожные погодные станции, детекторы транспортных средств (ТС) и т.п.
Для анализа типов ДТП и нарушений ПДД были синтезированы модели семантических сетей.
Для исследования корреляционных связей между временными рядами результирующих показателей и показателей метеорологических факторов были использованы методы статистического анализа с использованием модели ARIMA, сравнительного бенчмаркинг-анализа, методы интеллектуального анализа и нечеткой логики) и технологии предиктивного анализа временных рядов.
В ходе исследований выполнен синтез и применение рекуррентной нейронной сети (RNN) для прогнозирования временных рядов дополненную архитектурой трансформера. Вместо рекуррентных слоев трансформер используется механизм, который обрабатывает данные параллельно вне зависимости от порядка поступления на вход модели. Поэтому эффективность возрастает при работе с большими временными рядами данных. Трансформеру требуется большая обучающая выборка, что увеличивает время обучения и вычислительные затраты, по сравнению с традиционной RNN. Трансформер в RNN играет роль механизма внимания для повышения точности прогнозирования.
Для синтеза временных рядов, обучения и тестирования модели нейронной сети были получены данные с фоторадарных комплексов фото и видеофиксации дорожных событий. Проведено обучения нейронной сети для валидации и подтверждения достоверности результатов прогноза был выбран синтетический временной ряд с сезонными колебаниями в виде синусоиды.
В результате исследований разработана модель рекуррентной нейронной сети с архитектурой трансформера. Благодаря слою внимания в трансформере выполняется параллельная обработка информации, что позволяет после обучения нейронной сети, быстро и эффективно выявлять общие паттерны и прогнозировать длинные временные ряды показателей дорожных инцидентов. Наибольшую эффективность рекуррентная нейронная сеть с архитектурой трансформера показывает на больших данных, к которым относятся данные о показателях дорожного трафика.

на английском языке

During the project research, the following scientific results were obtained:
1. A method has been developed for collecting and analyzing data on the state of road transport infrastructure (potholes, uneven spots, erased markings, broken traffic lights, incorrectly installed road signs, etc.), obtained by collecting information from road users from open sources on the Internet , to assess the degree of influence of indicators of this factor on the occurrence of critical road events.
1) A methodology has been developed for assessing the safety of sections of road infrastructure based on an analysis of the degree of risk of critical events of various types depending on their operational condition.
To achieve the goal, the following tasks were completed:
• Pre-processing of images and preparation for recognition and classification was carried out.
• Recognition and classification of defect images was performed.
• Segmentation and localization of images of defects on road sections was performed.
• The boundaries of defects were detected to estimate their sizes.
• Clustering of road sections was carried out according to operational status, taking into account the types of detected defects and geometric parameters.
• Clusters of road sections with identified defects were ranked according to the degree of impact on vehicle accident rates in order to determine the priority of repair work.
2) A combined approach was developed for recognizing and classifying defects in conditions of noise in photographs and video frames obtained as a result of scanning roads by mobile laboratories. The goal is to cluster road sections and their segments by the number and size of defects and the degree of their influence on the risks of accidents. The method is based on approaches that were previously developed by a team of authors to solve similar problems of recognizing objects in urban and road environments for situational management of critical events.
3) Recognition of defects on the road surface was carried out based on the degree of their contrast in comparison with defect-free areas.
4) To solve the problems of detecting, recognizing and classifying road surface defects with acceptable accuracy when processing images with noise, a universal approach was created, including two methods:
• Combined method using IoU-HOG-ACM-BoVW algorithms for recognition and classification of highly noisy images,
• Segmentation and recognition method using the MaskR-CNN convolutional neural network for recognition and classification of weakly noisy images.
An assessment of the degree of danger of road sections based on accident rates is carried out using an expert method, indicating the spatial coordinates of the section. For spatial and statistical analysis of accident concentration areas and sections

of roads with defects, developed means of classification and visualization on a map of accidents of different types and severity were used.
3) A method has been developed for clustering sections of road transport infrastructure with similar assessments of the operational state of road transport infrastructure based on the DBSCAN algorithm for spatial clustering with noise based on an analysis of the distribution density of similar sections. The algorithm provides flexibility in determining the required level of cluster density, which allows for more accurate classification of similar road sections. The study obtained clusters of road sections similar in their operational condition.
4) A modified DBSCAN algorithm has been developed that works with a multifunctional clustering model based on several characteristics. The model defines a generalized proximity function of points in the clustering space, which represents the similarity of images or the degree of similarity of road sections according to their operational condition. At the previous stages of recognizing and classifying defects in images, features are determined to assess the degree of similarity of road sections and their clustering, taking into account their location, for visualization on the map. Ranking clusters based on road condition assessments made it possible to obtain a list of areas with the highest risks of accidents and set priorities for repair and restoration work. Road sections in clusters are visualized on a digital map with color differentiation according to the ranking results. To take into account the degree of influence of different features on the distance between points in hyperspace, a weighted model was used. The results of clustering road infrastructure sections using the DBSCAN algorithm make it possible to obtain information to improve the efficiency of road works, prioritize road maintenance work, improve traffic safety, optimize maintenance strategy and control the work of road services, which ensures the durability and reliability of road networks.
5) A software application has been developed to visualize information about the state of the road transport infrastructure with indicators of incidents in clusters. After collection and analysis, the map displays information about the concentration of accidents on road sections over time intervals, indicating the type of accident, number of participants, severity of the accident, possible causes (road and weather conditions, traffic violations). An additional feature of the application is the ability to color-code and visualize road events, such as repair locations or pavement damage.
2. The concept of a proactive approach to monitoring and predictive analysis of critical events in distributed systems (using the example of road infrastructure) has been developed based on predictive modeling of time series of incident indicators and influencing factors using recurrent neural networks with transformers.
For synthesis, comparative and predictive analysis of time series, data was used that is collected in the road transport environment using various sensor devices, as well as from specialized sites and services on the Internet. The devices include photo radar complexes for photo and video recording of violations of traffic rules (traffic regulations), road weather stations, vehicle detectors, etc.
Semantic network models were synthesized to analyze types of accidents and traffic violations.
To study the correlations between time series of resulting indicators and indicators of meteorological factors, methods of statistical analysis using the ARIMA model, comparative benchmarking analysis, methods of predictive analysis and fuzzy logic) and technology of predictive analysis of time series were used.
In the course of the research, a recurrent neural network (RNN) was synthesized and used to predict time series, supplemented by a transformer architecture. Instead of recurrent layers, the transformer uses a mechanism that processes data in parallel, regardless of the order in which it enters the model input. Therefore, efficiency increases when working with large time series of data. Transformer requires a large training set, which increases training time and computational costs compared to traditional RNN. The transformer in RNN plays the role of an attention mechanism to improve the prediction accuracy. To synthesize time series, train and test the neural network model, data was obtained from photo radar complexes for photo and video recording of road events. A neural network was trained to validate and confirm the reliability of the forecast results; a synthetic time series with seasonal fluctuations in the form of a sinusoid was selected.
As a result of the research, a recurrent neural network model with a transformer architecture was developed. Thanks to the attention layer in the transformer, parallel information processing is performed, which allows, after training the neural network, to quickly and effectively identify common patterns and predict long time series of road incident indicators. A recurrent neural network with a transformer architecture shows the greatest efficiency on big data, which includes data on road traffic indicators.

1.6. Файл с дополнительными материалами

(при необходимости представления экспертному совету РНФ дополнительных графических материалов к отчету по проекту, файл размером до 3 Мб в формате pdf)
скачать...

1.7. Перечень публикаций в отчетном периоде по результатам проекта
(добавляются из списка публикаций, зарегистрированных участниками проекта)

1. *Финогеев А.А., Финогеев А.Г., Майоров Р.С., Парыгин Д.С. (Mayorov R.S., Finogeev A.A., Parygin D.C., Finogeev A.G)* **Methodology for predictive modeling and correction public transport times** Умные города и устойчивое развитие регионов, SMARTGREENS 2024 (2024 г.)

---

2. *Финогеев А.А., Финогеев А.Г., Деев М.В., Парыгин Д.С. (Finogeev A.A, Finogeev A.G., Parygin D.S., Deev M.V.)* **Recognition and Clustering of Road Pavement Defects by Deep Machine Learning Methods** Computer Science On-line Conference (2024 г.)

---

3. *Финогеев А.А., Майоров Р.С., Деев М.В. (Finogeev A.A, Mayorov R.S., Deev M.V.)* **ПРЕДИКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА** Современные наукоемкие технологии (2024 г.)

---

4. *Финогеев А.А., Полежаев М.Н. (Finogeev A.A., Polezhaev M.N.)* **ПРЕДИКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРИТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ С ПОМОЩЬЮ РЕКУРРЕНТНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ТРАНСФОРМЕРОМ** Современные наукоемкие технологии. (2024 г.)

---

5. *Пронькин А.А. (Pronkin A.A.)* **ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И УЧЕТА ПАЦИЕНТОВ** Вестник науки (2024 г.)

---

6. *Финогеев А.А. (Anton A Finogeev)* **Интеллектуальный анализ сенсорных данных на основе нечеткой логики и нейронной сети в системе мониторинга критических событий** Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе (2023 г.)

---

7. *Сулицкий М.В., Зеленский И.С., Садовникова Н.П., Финогеев А.Г., Катеринина С.Ю. (Sulitsky M., Zelensky I, Sadovnikova N, Finogeev A, Katerinina S.)* **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ГОРОДЕ** Современные наукоемкие технологии (2023 г.)

1.8. В отчетном периоде возникли исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности (РИД), созданные при выполнении проекта:
Нет

1.9. Показатели реализации проекта

Показатели кадрового состава научного коллектива *рассчитываются как округленное до целого отношение суммы количества месяцев, в которых действовали в отчетном периоде в отношении членов научного коллектива приказы о составе научного коллектива, к количеству месяцев, в которых действовало в отчетном периоде соглашение.*

Плановые значения указываются только для показателей, предусмотренных соглашением.

Показатели	Единица измерения	с даты начала практической реализации проекта по 30 июня 2024 г.	
		план	факт
Число членов научного коллектива	человек	7	7
Число исследователей в возрасте до 39 лет (включительно) среди членов научного коллектива	человек	6	6
Число аспирантов (интернов, ординаторов, адъюнктов) очной формы обучения среди членов научного коллектива	человек		1
Количество лиц категории «Вспомогательный персонал»	человек		0

Публикационные показатели реализации проекта: *значения показателей формируются автоматически на основе данных, представленных в Форме 2о (накопительным итогом). Показатели публикационной активности приводятся в отношении публикаций, имеющих соответствующую ссылку на поддержку Российского научного фонда и на организацию (в последнем случае – за исключением публикаций, созданных в рамках оказания услуг сторонними организациями).*

Плановые значения указываются только для показателей, предусмотренных соглашением.

Публикационные показатели реализации проекта (нарастающим итогом)	Единица измерения	2023-2024 годы	
		план	факт
Количество содержащих результаты исследований по проекту различных публикаций[1] членов научного коллектива в ведущих рецензируемых[2] российских и зарубежных научных изданиях **[1] К указанным публикациям не относятся публикации, направленные в издательство до начала практической реализации проекта (до заключения грантового соглашения); публикации типа «тезисы».** [2] Издания, индексируемые в библиографических зарубежных базах данных публикаций и/или Russian Science Citation Index (RSCI).	Ед.	4	2
в том числе:			
в изданиях, индексируемых в библиографических базах данных Web of Science и/или SCOPUS	Ед.		2
в изданиях, входящих в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, по SJR (принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/)	Ед.		0
в **российских** изданиях, входящих во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, по SJR (принадлежность издания к Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/)	Ед.		0
в изданиях, индексируемых в библиографической базе данных RSCI	Ед.		0
в изданиях, индексируемых в иных зарубежных библиографических базах данных	Ед.		0
Количество публикаций[3] с учетом квартилей [3] Указанное количество публикаций может изменяться в случае принятия экспертным советом РНФ	4	**2**	

решения об отказе учета публикации в качестве отчетной или отказа от применения повышающего коэффициента в отношении публикации в изданиях, входящих в первый (Q1) или второй (Q2) квартили.	Ед.		

1.10. Информация о представлении достигнутых научных результатов на научных мероприятиях (конференциях, симпозиумах и пр.)

(в том числе форма представления – приглашенный доклад, устное выступление, стендовый доклад)

1. Выступление с докладом по результатам проекта - «Проактивный подход к мониторингу событий на объектах дорожно-транспортной инфраструктуры в среде умного города». Форум "Открытые данные", 10-11 ноября 2023 г., г. Томск, Россия.

2. Дистанционное участие по zoom конференции. Тема доклада «Methodology for predictive modeling and correction public transport times». Международная научно-практическая конференция "Умные города и устойчивое развитие регионов" (SMARTGREENS 2024), 29-30 апреля 2024 г., Греция.

1.11. Все публикации, информация о которых представлена в пункте 1.9, имеют указание на получение финансовой поддержки от Фонда:

да

1.12. Информация (при наличии) о публикациях в СМИ, посвященных результатам проекта, с упоминанием Фонда:

Нет

1.13. Изменялся ли в отчетном периоде состав основных исполнителей проекта?

Нет

***Основные исполнители проекта в отчетном периоде**:*

Деев Михаил Викторович

Парыгин Данила Сергеевич

Финогеев Алексей Германович

(в случаях изменения состава основных исполнителей проекта, указанных в заявке на участие в конкурсе, в составе отчета представляются сведения об исключении членов научного коллектива из состава основных исполнителей и о новых основных исполнителях проекта в соответствии с формой 2 приложения № 1 к конкурсной документации о проведении конкурса)

1.14. Форма трудового договора с руководителем проекта соответствует указанной в исходной заявке на участие в конкурсе (п. 2.6 Формы 2):

«Организация будет являться основным местом работы (характер работы – не дистанционный): да»

да

Заключенный с руководителем проекта трудовой (срочный трудовой) договор <u>не содержал условий о дистанционной работе</u>, предусматривает продолжительность рабочего времени исходя из ежедневного или <u>еженедельного</u> графика работы.

Руководитель проекта при его реализации проживает и осуществляет трудовую деятельность <u>на территории Российской Федерации</u>. Организация в соответствии с подпунктом «е» пункта 2.3.13 грантового соглашения своевременно информировала Фонд о предоставлении руководителю проекта отпуска (отпусков) без сохранения заработной платы общей длительностью более 90 дней в течение предшествующих 365 календарных дней:

да

1.15. План работ научного исследования в отчетном году не изменялся и выполнен в полном объеме:

да

Настоящим подтверждаю:

- самостоятельность и авторство текста отчета о выполнении проекта;
- при обнародовании результатов, полученных в рамках поддержанного РНФ проекта, научный коллектив ссылался на получение финансовой поддержки проекта от РНФ и на организацию, на базе которой выполнялось исследование;
- согласие с опубликованием РНФ сведений из отчета о выполнении проекта, в том числе в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;
- проект не имеет других источников финансирования;
- проект не является аналогичным**** по содержанию проекту, одновременно финансируемому из других источников.

**** Проекты, аналогичные по целям, задачам, объектам, предметам и методам исследований, а также ожидаемым результатам. Экспертиза на совпадение проводится экспертным советом Фонда.

В соответствии с Соглашением о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи Форма подписана простой электронной подписью руководителя проекта в ИАС РНФ.

Подпись руководителя проекта _____ /А.А. Финогеев/

Подписывается в случае представления в Фонд печатного экземпляра формы.

Форма 2о

Сведения о публикациях по результатам проекта
№ 20-71-10087
«Проактивный подход к мониторингу событий в сложных распределенных системах интеллектуального города с использованием технологий больших данных и предиктивной аналитики»,
в период с даты начала практической реализации проекта по 30 июня 2024 г.

Приводятся в отношении публикаций, имеющих соответствующую ссылку на поддержку РНФ.

(заполняется отдельно на каждую публикацию, для формирования п.1.7. отчета)
Указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав.
В карточке публикации все данные приводятся на языке и в форме, используемой базами данных «Сеть науки» (Web of Science Core Collection), «Скопус» (Scopus), RSCI и/или РИНЦ, каждая публикация регистрируется только один раз (независимо от языков опубликования).

1

2.1. Авторы публикации

Указываются в порядке, приведенном в публикации в формате Фамилия И.О., Фамилия2 И2.О2., ...

на русском языке: Финогеев А.А., Финогеев А.Г., Майоров Р.С., Парыгин Д.С.

на английском языке: Mayorov R.S., Finogeev A.A., Parygin D.C., Finogeev A.G

WoS Researcher ID *(при наличии)*: https://publons.com/researcher/Q-7052-2017

Scopus AuthorID *(при наличии)*: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202278812

ORCID *(при наличии)*: https://orcid.org/0000-0001-8280-1474

SPIN-код *(при наличии)*: ---

РИНЦ AuthorID *(при наличии)*: ---

В состав авторов публикации входит аспирант(ы) (интерн, ординатор, адъюнкт) очной формы обучения:

да

В состав авторов публикации входит руководитель проекта:

да

2.2. Название публикации

Methodology for predictive modeling and correction public transport times

2.3. Год публикации

2024

2.4. Ключевые слова

time forecast, arrival time, traffic density, traffic congestion, traffic jams, public transport stops, average speed, route

2.5. Вид публикации

статья

2.6. Выходные данные публикации (номер, том, выпуск, страницы, реквизиты документа о

регистрации исключительных прав)

Дата поступления публикации в издательство *(при наличии)*: 01.04.2024

Дата принятия публикации в печать (принятия к публикации): 13.04.2024

Месяц и год публикации: 05.2024

Адрес полнотекстовой электронной версии публикации (URL) в открытом источнике *(при наличии)*:

2.7. DOI *(при наличии)*

Accession Number WoS *(при наличии)*: ---

Scopus EID *(при наличии)*: ---

2.8. Еще не опубликована, но имеется подтверждение*** издательства о принятии в печать (принятия к публикации) (указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав)**

***** К указанным подтверждениям не относится письмо издательства о принятии публикации для рассмотрения, письма рецензентов.

Для принятых к публикации материалов п. 2.7 не заполняется.

да

Письмо из редакции или издательства с извещением об официальном принятии рукописи к публикации: скачать

В формате pdf, до 3 Мб, в том числе электронное письмо.

2.9. Название издания *(для монографий также указываются название издательства, город)*

Умные города и устойчивое развитие регионов, SMARTGREENS 2024

ISSN *(при наличии)*: ---

e-ISSN *(при наличии)*: ---

ISBN *(при наличии)*: ---

2.10. Издание индексируется базой данных Web of Science Core Collection:

да

Издание индексируется базой данных Scopus:

да

Издание индексируется базой данных Russian Science Citation Index:

нет

Издание индексируется базой данных РИНЦ:

нет

Издание индексируется иными зарубежными базами данных:

нет

2.11. Импакт-фактор издания

По JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, для Scopus – CiteScore (при отсутствии индексирования в Web of Science Core Collection).

Издание входит в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social

Sciences Edition по SJR (принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

<u>Российское</u> издание входит во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

2.12. Публикация аффилирована с организацией:

да

2.13. В публикации:

В качестве источника финансирования исследования указан грант Российского научного фонда на выполнение данного проекта:

да

Указаны иные источники финансирования (в том числе указаны несколько грантов Российского научного фонда), помимо данного гранта Российского научного фонда:

нет

2.14. Файл с текстом публикации

(для материалов в открытом доступе, можно не размещать; для монографий представляются отдельные страницы с выходными данными и информацией о поддержке РНФ; размер до 3 Мб в формате pdf)

скачать

2

2.1. Авторы публикации

Указываются в порядке, приведенном в публикации в формате Фамилия И.О., Фамилия2 И2.О2., ...

на русском языке: Финогеев А.А., Финогеев А.Г., Деев М.В., Парыгин Д.С.

на английском языке: Finogeev A.A, Finogeev A.G., Parygin D.S., Deev M.V.

WoS Researcher ID *(при наличии)*: https://publons.com/researcher/Q-7052-2017

Scopus AuthorID *(при наличии)*: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202278812

ORCID *(при наличии)*: https://orcid.org/0000-0001-8280-1474

SPIN-код *(при наличии)*: ---

РИНЦ AuthorID *(при наличии)*: ---

В состав авторов публикации входит аспирант(ы) (интерн, ординатор, адъюнкт) очной формы обучения:

нет

В состав авторов публикации входит руководитель проекта:

да

2.2. Название публикации

Recognition and Clustering of Road Pavement Defects by Deep Machine Learning Methods

2.3. Год публикации

2024

2.4. Ключевые слова

Pavement, Deep Learning, IoU-HOG-ACM-BoVW, MaskR-CNN

2.5. Вид публикации

статья

2.6. Выходные данные публикации (номер, том, выпуск, страницы, реквизиты документа о регистрации исключительных прав)

Paper ID: 113157, 13th Computer Science On-line Conference 2024

Дата поступления публикации в издательство *(при наличии)*: 01.03.2024

Дата принятия публикации в печать (принятия к публикации): 02.04.2024

Месяц и год публикации: 04.2024

Адрес полнотекстовой электронной версии публикации (URL) в открытом источнике *(при наличии)*:

2.7. DOI *(при наличии)*

Accession Number WoS *(при наличии)*: ---

Scopus EID *(при наличии)*: ---

2.8. Еще не опубликована, но имеется подтверждение*** издательства о принятии в печать (принятия к публикации) (указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав)**

***** К указанным подтверждениям не относится письмо издательства о принятии публикации для рассмотрения, письма рецензентов.

Для принятых к публикации материалов п. 2.7 не заполняется.

да

Письмо из редакции или издательства с извещением об официальном принятии рукописи к публикации: скачать

В формате pdf, до 3 Мб, в том числе электронное письмо.

2.9. Название издания *(для монографий также указываются название издательства, город)*

Computer Science On-line Conference

ISSN *(при наличии)*: 2367-3370

e-ISSN *(при наличии)*: ---

ISBN *(при наличии)*: ---

2.10. Издание индексируется базой данных Web of Science Core Collection:

нет

Издание индексируется базой данных Scopus:

да

Издание индексируется базой данных Russian Science Citation Index:

нет

Издание индексируется базой данных РИНЦ:

нет

Издание индексируется иными зарубежными базами данных:

нет

2.11. Импакт-фактор издания

По JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, для Scopus – CiteScore (при отсутствии индексирования в Web of Science Core Collection).

Издание входит в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

Российское издание входит во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

2.12. Публикация аффилирована с организацией:

да

2.13. В публикации:

В качестве источника финансирования исследования указан грант Российского научного фонда на выполнение данного проекта:

да

Указаны иные источники финансирования (в том числе указаны несколько грантов Российского научного фонда), помимо данного гранта Российского научного фонда:

нет

2.14. Файл с текстом публикации

(для материалов в открытом доступе, можно не размещать; для монографий представляются отдельные страницы с выходными данными и информацией о поддержке РНФ; размер до 3 Мб в формате pdf)

скачать

3

2.1. Авторы публикации

Указываются в порядке, приведенном в публикации в формате Фамилия И.О., Фамилия2 И2.О2., ...

на русском языке: Финогеев А.А., Майоров Р.С., Деев М.В.

на английском языке: Finogeev A.A, Mayorov R.S., Deev M.V.

WoS Researcher ID *(при наличии)*: https://publons.com/researcher/Q-7052-2017

Scopus AuthorID *(при наличии)*: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202278812

ORCID *(при наличии)*: https://orcid.org/0000-0001-8280-1474

SPIN-код *(при наличии)*: ---

РИНЦ AuthorID *(при наличии)*: ---

В состав авторов публикации входит аспирант(ы) (интерн, ординатор, адъюнкт) очной формы

обучения:

да

В состав авторов публикации входит руководитель проекта:

да

2.2. Название публикации

ПРЕДИКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

2.3. Год публикации

2024

2.4. Ключевые слова

GPS данные, прогноз времени прибытия, средняя скорость движения, среднее время проезда, общественный транспорт, маршрут

2.5. Вид публикации

статья

2.6. Выходные данные публикации (номер, том, выпуск, страницы, реквизиты документа о регистрации исключительных прав)

№5, 2024 г

Дата поступления публикации в издательство *(при наличии)*: 15.04.2024

Дата принятия публикации в печать (принятия к публикации): 14.05.2024

Месяц и год публикации: 05.2024

Адрес полнотекстовой электронной версии публикации (URL) в открытом источнике *(при наличии)*:

2.7. DOI *(при наличии)*

Accession Number WoS *(при наличии)*: ---

Scopus EID *(при наличии)*: ---

2.8. Еще не опубликована, но имеется подтверждение*** издательства о принятии в печать (принятия к публикации) (указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав)**

***** К указанным подтверждениям не относится письмо издательства о принятии публикации для рассмотрения, письма рецензентов.

Для принятых к публикации материалов п. 2.7 не заполняется.

да

Письмо из редакции или издательства с извещением об официальном принятии рукописи к публикации: скачать

В формате pdf, до 3 Мб, в том числе электронное письмо.

2.9. Название издания *(для монографий также указываются название издательства, город)*

Современные наукоемкие технологии

ISSN *(при наличии)*: 1812-7320

e-ISSN *(при наличии)*: ---

ISBN *(при наличии)*: ---

2.10. Издание индексируется базой данных Web of Science Core Collection:

нет

Издание индексируется базой данных Scopus:

нет

Издание индексируется базой данных Russian Science Citation Index:

нет

Издание индексируется базой данных РИНЦ:

да

Издание индексируется иными зарубежными базами данных:

нет

2.11. Импакт-фактор издания

По JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, для Scopus – CiteScore (при отсутствии индексирования в Web of Science Core Collection).

0.94

Издание входит в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

Российское издание входит во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

2.12. Публикация аффилирована с организацией:

да

2.13. В публикации:

В качестве источника финансирования исследования указан грант Российского научного фонда на выполнение данного проекта:

да

Указаны иные источники финансирования (в том числе указаны несколько грантов Российского научного фонда), помимо данного гранта Российского научного фонда:

нет

2.14. Файл с текстом публикации

(для материалов в открытом доступе, можно не размещать; для монографий представляются отдельные страницы с выходными данными и информацией о поддержке РНФ; размер до 3 Мб в формате pdf)

скачать

4

2.1. Авторы публикации

Указываются в порядке, приведенном в публикации в формате Фамилия И.О., Фамилия2 И2.О2., ...

на русском языке: Финогеев А.А., Полежаев М.Н.

на английском языке: Finogeev A.A., Polezhaev M.N.

WoS Researcher ID *(при наличии)*: https://publons.com/researcher/Q-7052-2017

Scopus AuthorID *(при наличии)*: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202278812

ORCID *(при наличии)*: https://orcid.org/0000-0001-8280-1474

SPIN-код *(при наличии)*: ---

РИНЦ AuthorID *(при наличии)*: ---

В состав авторов публикации входит аспирант(ы) (интерн, ординатор, адъюнкт) очной формы обучения:

да

В состав авторов публикации входит руководитель проекта:

да

2.2. Название публикации

ПРЕДИКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРИТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ С ПОМОЩЬЮ РЕКУРРЕНТНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ТРАНСФОРМЕРОМ

2.3. Год публикации

2024

2.4. Ключевые слова

безопасность дорожного движения, рекуррентная нейронная сеть, трансформер, механизм внимания, временной ряд, прогнозирование временного ряда, показатели аварийности

2.5. Вид публикации

статья

2.6. Выходные данные публикации (номер, том, выпуск, страницы, реквизиты документа о регистрации исключительных прав)

№ 4. – С. 63-68

Дата поступления публикации в издательство *(при наличии)*: 01.04.2024

Дата принятия публикации в печать (принятия к публикации): 27.04.2024

Месяц и год публикации: 04.2024

Адрес полнотекстовой электронной версии публикации (URL) в открытом источнике *(при наличии)*:

https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39974

2.7. DOI *(при наличии)*

Accession Number WoS *(при наличии)*: ---

Scopus EID *(при наличии)*: ---

2.8. Еще не опубликована, но имеется подтверждение*** издательства о принятии в печать (принятия к публикации) (указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав)**

***** К указанным подтверждениям не относится письмо издательства о принятии публикации для рассмотрения, письма рецензентов.

Для принятых к публикации материалов п. 2.7 не заполняется.

Письмо из редакции или издательства с извещением об официальном принятии рукописи к публикации: ---

2.9. Название издания ***(для монографий также указываются название издательства, город)***

Современные наукоемкие технологии.

ISSN ***(при наличии)*****:** 1812-7320

e-ISSN ***(при наличии)*****:** ---

ISBN ***(при наличии)*****:** ---

2.10. Издание индексируется базой данных Web of Science Core Collection:

нет

Издание индексируется базой данных Scopus:

нет

Издание индексируется базой данных Russian Science Citation Index:

нет

Издание индексируется базой данных РИНЦ:

да

Издание индексируется иными зарубежными базами данных:

нет

2.11. Импакт-фактор издания

По JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, для Scopus – CiteScore (при отсутствии индексирования в Web of Science Core Collection).

0.94

Издание входит в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

Российское издание входит во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

2.12. Публикация аффилирована с организацией:

да

2.13. В публикации:

В качестве источника финансирования исследования указан грант Российского научного фонда на выполнение данного проекта:

да

Указаны иные источники финансирования (в том числе указаны несколько грантов Российского научного фонда), помимо данного гранта Российского научного фонда:

нет

2.14. Файл с текстом публикации

(для материалов в открытом доступе, можно не размещать; для монографий представляются отдельные страницы с выходными данными и информацией о поддержке РНФ; размер до 3 Мб в формате pdf)

скачать

5

2.1. Авторы публикации

Указываются в порядке, приведенном в публикации в формате Фамилия И.О., Фамилия2 И2.О2., ...

на русском языке: Пронькин А.А.

на английском языке: Pronkin A.A.

WoS Researcher ID *(при наличии)*: ---

Scopus AuthorID *(при наличии)*: ---

ORCID *(при наличии)*: ---

SPIN-код *(при наличии)*: ---

РИНЦ AuthorID *(при наличии)*: ---

В состав авторов публикации входит аспирант(ы) (интерн, ординатор, адъюнкт) очной формы обучения:

да

В состав авторов публикации входит руководитель проекта:

нет

2.2. Название публикации

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И УЧЕТА ПАЦИЕНТОВ

2.3. Год публикации

2024

2.4. Ключевые слова

автоматизированные диагностические системы, медицинская диагностика, учёт пациентов, искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, экспертные системы

2.5. Вид публикации

статья

2.6. Выходные данные публикации (номер, том, выпуск, страницы, реквизиты документа о регистрации исключительных прав)

№4 (73) том 4. С. 635 - 650. 2024 г

Дата поступления публикации в издательство *(при наличии)*: ---

Дата принятия публикации в печать (принятия к публикации): 25.04.2024

Месяц и год публикации: 04.2024

Адрес полнотекстовой электронной версии публикации (URL) в открытом источнике *(при наличии)*:

https://www.вестник-науки.рф/article/14132

2.7. DOI *(при наличии)*

Accession Number WoS *(при наличии)*: ---

Scopus EID *(при наличии)*: ---

2.8. Еще не опубликована, но имеется подтверждение*** издательства о принятии в печать (принятия к публикации) (указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав)**

***** К указанным подтверждениям не относится письмо издательства о принятии публикации для рассмотрения, письма рецензентов.

Для принятых к публикации материалов п. 2.7 не заполняется.

Письмо из редакции или издательства с извещением об официальном принятии рукописи к публикации: ---

2.9. Название издания *(для монографий также указываются название издательства, город)*

Вестник науки

ISSN *(при наличии)*: 2712-8849

e-ISSN *(при наличии)*: ---

ISBN *(при наличии)*: ---

2.10. Издание индексируется базой данных Web of Science Core Collection:

нет

Издание индексируется базой данных Scopus:

нет

Издание индексируется базой данных Russian Science Citation Index:

нет

Издание индексируется базой данных РИНЦ:

да

Издание индексируется иными зарубежными базами данных:

нет

2.11. Импакт-фактор издания

По JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, для Scopus – CiteScore (при отсутствии индексирования в Web of Science Core Collection).

Издание входит в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

Российское издание входит во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

2.12. Публикация аффилирована с организацией:

да

2.13. В публикации:

В качестве источника финансирования исследования указан грант Российского научного фонда на выполнение данного проекта:

да

Указаны иные источники финансирования (в том числе указаны несколько грантов Российского научного фонда), помимо данного гранта Российского научного фонда:

нет

2.14. Файл с текстом публикации

(для материалов в открытом доступе, можно не размещать; для монографий представляются отдельные страницы с выходными данными и информацией о поддержке РНФ; размер до 3 Мб в формате pdf)

скачать

6

2.1. Авторы публикации

Указываются в порядке, приведенном в публикации в формате Фамилия И.О., Фамилия2 И2.О2., ...

на русском языке: Финогеев А.А.

на английском языке: Anton A Finogeev

WoS Researcher ID *(при наличии)*: https://publons.com/researcher/Q-7052-2017

Scopus AuthorID *(при наличии)*: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202278812

ORCID *(при наличии)*: https://orcid.org/0000-0001-8280-1474

SPIN-код *(при наличии)*: ---

РИНЦ AuthorID *(при наличии)*: ---

В состав авторов публикации входит аспирант(ы) (интерн, ординатор, адъюнкт) очной формы обучения:

нет

В состав авторов публикации входит руководитель проекта:

да

2.2. Название публикации

Интеллектуальный анализ сенсорных данных на основе нечеткой логики и нейронной сети в системе мониторинга критических событий

2.3. Год публикации

2023

2.4. Ключевые слова

система мониторинга, программно-конфигурируемая сеть, сенсорные данные, нечеткая логика, нейронная сеть, кластеризация

2.5. Вид публикации

статья

2.6. Выходные данные публикации (номер, том, выпуск, страницы, реквизиты документа о регистрации исключительных прав)

2023. № 3. С. 125–141.

Дата поступления публикации в издательство *(при наличии)*: ---

Дата принятия публикации в печать (принятия к публикации): 15.09.2023

Месяц и год публикации: 10.2023

Адрес полнотекстовой электронной версии публикации (URL) в открытом источнике *(при наличии)*:

2.7. DOI *(при наличии)*

https://doi.org/10.21685/2227-8486-2023-3-9

Accession Number WoS *(при наличии)*: ---

Scopus EID *(при наличии)*: ---

2.8. Еще не опубликована, но имеется подтверждение*** издательства о принятии в печать (принятия к публикации) (указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав)**

***** К указанным подтверждениям не относится письмо издательства о принятии публикации для рассмотрения, письма рецензентов. Для принятых к публикации материалов п. 2.7 не заполняется.

Письмо из редакции или издательства с извещением об официальном принятии рукописи к публикации: ---

2.9. Название издания *(для монографий также указываются название издательства, город)*

Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе

ISSN *(при наличии)*: 2227-8486

e-ISSN *(при наличии)*: ---

ISBN *(при наличии)*: ---

2.10. Издание индексируется базой данных Web of Science Core Collection:

Издание индексируется базой данных Scopus:

Издание индексируется базой данных Russian Science Citation Index:

Издание индексируется базой данных РИНЦ:

да

Издание индексируется иными зарубежными базами данных:

2.11. Импакт-фактор издания

По JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, для Scopus – CiteScore (при отсутствии индексирования в Web of Science Core Collection).

Издание входит в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

Российское издание входит во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

2.12. Публикация аффилирована с организацией:

да

2.13. В публикации:

В качестве источника финансирования исследования указан грант Российского научного фонда на выполнение данного проекта:

да

Указаны иные источники финансирования (в том числе указаны несколько грантов Российского научного фонда), помимо данного гранта Российского научного фонда:

нет

2.14. Файл с текстом публикации

(для материалов в открытом доступе, можно не размещать; для монографий представляются отдельные страницы с выходными данными и информацией о поддержке РНФ; размер до 3 Мб в формате pdf)

скачать

7

2.1. Авторы публикации

Указываются в порядке, приведенном в публикации в формате Фамилия И.О., Фамилия2 И2.О2., ...

на русском языке: Сулицкий М.В., Зеленский И.С., Садовникова Н.П., Финогеев А.Г., Катеринина С.Ю.

на английском языке: Sulitsky M., Zelensky I, Sadovnikova N, Finogeev A, Katerinina S.

WoS Researcher ID *(при наличии)*: https://publons.com/researcher/J-6766-2013

Scopus AuthorID *(при наличии)*: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56285332100

ORCID *(при наличии)*: https://orcid.org/0000-0002-4777-3364

SPIN-код *(при наличии)*: ---

РИНЦ AuthorID *(при наличии)*: ---

В состав авторов публикации входит аспирант(ы) (интерн, ординатор, адъюнкт) очной формы обучения:

нет

В состав авторов публикации входит руководитель проекта:

нет

2.2. Название публикации

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ГОРОДЕ

2.3. Год публикации

2023

2.4. Ключевые слова

распознавание образов, машинное зрение, цифровая обработка изображений, ситуационное управление

2.5. Вид публикации

статья

2.6. Выходные данные публикации (номер, том, выпуск, страницы, реквизиты документа о регистрации исключительных прав)

№ 7, 2023, сс. 104-109

Дата поступления публикации в издательство *(при наличии)*: ---

Дата принятия публикации в печать (принятия к публикации): 16.08.2023

Месяц и год публикации: 08.2023

Адрес полнотекстовой электронной версии публикации (URL) в открытом источнике *(при наличии)*:

2.7. DOI *(при наличии)*

Accession Number WoS *(при наличии)*: ---

Scopus EID *(при наличии)*: ---

2.8. Еще не опубликована, но имеется подтверждение*** издательства о принятии в печать (принятия к публикации) (указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав)**

***** К указанным подтверждениям не относится письмо издательства о принятии публикации для рассмотрения, письма рецензентов.

Для принятых к публикации материалов п. 2.7 не заполняется.

Письмо из редакции или издательства с извещением об официальном принятии рукописи к публикации: ---

2.9. Название издания *(для монографий также указываются название издательства, город)*

Современные наукоемкие технологии

ISSN *(при наличии)*: 1812-7320

e-ISSN *(при наличии)*: ---

ISBN *(при наличии)*: ---

2.10. Издание индексируется базой данных Web of Science Core Collection:

Издание индексируется базой данных Scopus:

Издание индексируется базой данных Russian Science Citation Index:

Издание индексируется базой данных РИНЦ:

да

Издание индексируется иными зарубежными базами данных:

2.11. Импакт-фактор издания

По JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition, для Scopus – CiteScore (при отсутствии индексирования в Web of Science Core Collection).

Издание входит в первый квартиль (Q1) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания к Q1 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

Российское издание входит во второй квартиль (Q2) по импакт-фактору JCR Science Edition или JCR Social Sciences Edition по SJR (принадлежность издания Q2 в Scopus определяется по базе данных http://www.scimagojr.com/):

нет

2.12. Публикация аффилирована с организацией:

да

2.13. В публикации:

В качестве источника финансирования исследования указан грант Российского научного фонда на выполнение данного проекта:

да

Указаны иные источники финансирования (в том числе указаны несколько грантов Российского научного фонда), помимо данного гранта Российского научного фонда:

да

Пояснения о том, какие работы выполнялись не за счет данного гранта Фонда, как это отражено в публикации (в случаях, если в тексте публикации не отражено за счет каких источников выполнялись отдельные работы – пояснения о причинах отсутствия такой информации и о том, какие работы выполнялись не за счет данного гранта Фонда):

Результаты части «Результаты исследования и их обсуждение» получены в рамках гранта Российского научного фонда (РНФ, проект № 20-71-10087). Данные, отраженные в частях "Введение", "Материалы и методы исследования", "Выводы" получены не за счет средств данного гранта.

2.14. Файл с текстом публикации

(для материалов в открытом доступе, можно не размещать; для монографий представляются отдельные страницы с выходными данными и информацией о поддержке РНФ; размер до 3 Мб в формате pdf)

скачать

В соответствии с Соглашением о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи Форма подписана простой электронной подписью руководителя проекта в ИАС РНФ.

Подпись руководителя проекта _____ /А.А. Финогеев/

Подписывается в случае представления в Фонд печатного экземпляра формы.

Форма 3о

План работы на период с 1 июля 2024 г. по 30 июня 2025 г. и ожидаемые результаты по проекту № 20-71-10087 «Проактивный подход к мониторингу событий в сложных распределенных системах интеллектуального города с использованием технологий больших данных и предиктивной аналитики»

(представляется для проектов, работа над которыми в соответствии с исходной заявкой на участие в конкурсе должна быть продолжена в следующем периоде)

3.1. План работы на период с 1 июля 2024 г. по 30 июня 2025 г. (в том числе указываются запланированные командировки по проекту),
от 1 до 5 стр.

На втором этапе основные задачи проектных исследований связаны с развитием способов прикладного применения результатов, полученных на предыдущих этапах проекта, связанные развитием подхода к мониторингу дорожно-транспортной среды на основе интеллектуального анализа больших данных о факторах влияния на дорожную обстановку для предиктивного анализа рисков возникновения критических событий на различных участках дорог.
В течение второго года проектных исследований предлагается выполнить следующие работы:
1. Разработка метода определения прогнозных моментов времени с превышением допустимого уровня рисков возникновения критических событий различных видов (таких как погодные условия, дефекты дорожного покрытия, дорожно-транспортные происшествия, нештатная работа устройств регулировки дорожного движения и т.д.) на участках дорог с цветовой визуализацией уровня рисков в данные моменты на цифровой карте. Задача включает подзадачи:
а) Разработка методики определения моментов времени, когда на выбранных участках дорог уровень критичности возможных инцидентов превысит допустимый в архивные и прогнозные интервалы времени.
б) Разработка методики прогнозирования моментов времени «активации» опасных участков и зон. Методика учитывает прогностическую оценку возникновения критических событий, а также возникновение сбоев в штатной работе устройств регулировки дорожного движения (светофорных объектов, шлагбаумов и пр.).
в) Разработка методики отбора набора показателей факторов влияния, комплекс значений которых в прогнозируемые моменты времени может привести к максимальной степени риска инцидентов и определение прогнозного набора значений данных показателей с визуализацией их на карте вместе с моментами времени их «активации» на опасных участках. Методика использует ранжирование кластеров участков дорог с выявленными дефектами по степени влияния на показатели аварийности ТС с целью определения степени риска.
2. Разработка методов и средств интерактивной визуализации архивных и прогнозных показателей критических событий и показателей факторов влияния на цифровой карте. Задача включает подзадачи:
а) Разработка способа представления динамики изменений показателей инцидентов и факторов влияния в ретроспективные и прогнозные интервалы времени в графическом виде с изменениями цветовой маркировки степени рисков на участках дорог в соответствии с показателями временных рядов.
б) Разработка способа визуализации опасных участков дорог или зон на карте с возможными критическими значениями показателей в прогнозные моменты времени.
в) Разработка методики оповещения участников дорожного движения и выработки мер предупреждения водителей об опасности инцидентов заданных типов на участках дорог с недопустимыми уровнями рисков в критичные моменты прогнозного времени.
3. Разработка способа интерактивной визуализации результатов прогностической оценки данных движения транспорта на цифровой карте с учетом результатов анализа степени рисков возникновения критических событий различных типов в зависимости от эксплуатационного состояния дорожного покрытия. Задача включает в себя следующие задачи:
а) Разработка методики и средств для координированного управления светофорными объектами оптимизации длительности светофорного цикла.
б) Разработка методики и инструментальных средств для анализа движения транспортных средств и прогностической оценки их средней скорости движения на участках маршрута.

3.2. Ожидаемые в конце периода с 1 июля 2024 г. по 30 июня 2025 г. конкретные научные результаты (форма изложения должна дать возможность провести экспертизу результатов и оценить степень выполнения заявленного в проекте плана работы),

от 1 до 5 стр.

К планируемым конкретным научным результатам в конце второго года относятся:

Метод определения прогнозных моментов времени с превышением допустимого уровня рисков возникновения критических событий различных видов (таких как погодные условия, дефекты дорожного покрытия, дорожно-транспортные происшествия, нештатная работа устройств регулировки дорожного движения и т.д.) на участках дорог с цветовой визуализацией уровня рисков в данные моменты. Задача включает в себя разработку:

а) Методики определения моментов времени, когда на выбранных участках дорог уровень критичности возможных инцидентов превысит допустимый в архивные и прогнозные интервалы времени.

б) Методики прогнозирования моментов времени «активации» опасных участков и зон. Методика учитывает прогностическую оценку возникновения критических событий, а также возникновение сбоев в штатной работе устройств регулировки дорожного движения (светофорных объектов, шлагбаумов и пр.).

в) Методики отбора набора показателей факторов влияния, комплекс значений которых в прогнозируемые моменты времени может привести к максимальной степени риска инцидентов и определение прогнозного набора значений данных показателей с визуализацией их на карте вместе с моментами времени их «активации» на опасных участках. Методика включает ранжирование кластеров участков дорог с выявленными дефектами по степени влияния на показатели аварийности ТС с целью определения степени риска.

Метод и средства интерактивной визуализации архивных и прогнозных показателей критических событий и показателей факторов влияния на цифровой карте. Задача включает в себя разработку:

а) Способа представления динамики изменений показателей инцидентов и факторов влияния в ретроспективные и прогнозные интервалы времени в графическом виде с изменениями цветовой маркировки степени рисков на участках дорог в соответствии с показателями временных рядов.

б) Способа визуализации опасных участков дорог или зон на карте с возможными критическими значениями показателей в прогнозные моменты времени.

в) Методики оповещения участников дорожного движения и выработки мер предупреждения водителей об опасности инцидентов заданных типов на участках дорог с недопустимыми уровнями рисков в критичные моменты прогнозного времени.

3. Способ интерактивной визуализации результатов прогностической оценки данных движения транспорта на цифровой карте с учетом результатов анализа степени рисков возникновения критических событий различных типов в зависимости от эксплуатационного состояния дорожного покрытия. Задача включает в себя следующие задачи:

а) Разработку методики и средств для координированного управления светофорными объектами оптимизации длительности светофорного цикла.

б) Разработку методики и инструментальных средств для анализа движения транспортных средств и прогностической оценки их средней скорости движения на участках маршрута.

3.3. Файл с дополнительной информацией *(при необходимости)*

С графиками, фотографиями, рисунками и иной информацией о содержании проекта. В формате pdf, размером до 3 Мб.

В соответствии с Соглашением о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи Форма подписана простой электронной подписью руководителя проекта в ИАС РНФ.

Подпись руководителя проекта _____ /А.А. Финогеев/

Подписывается в случае представления в Фонд печатного экземпляра формы.

Форма 4о

Запрашиваемое финансирование по проекту
№ 20-71-10087
«Проактивный подход к мониторингу событий в сложных распределенных системах интеллектуального города с использованием технологий больших данных и предиктивной аналитики»,
на период с 1 июля 2024 г. по 30 июня 2025 г.

4.1. Планируемые расходы по проекту за счет средств, предоставляемых Фондом на следующий период (тыс. руб.)

Без учета неиспользованного остатка средств гранта предыдущих лет на начало планируемого периода.

№ п.п.	Направления расходования средств гранта	Сумма расходов (тыс. руб.)
	ВСЕГО[1] [1]Не может превышать объемов, предусмотренных соглашением на планируемый период.	5000
	Вознаграждение членов научного коллектива (с учетом страховых взносов, налогов (при наличии), без лиц категории «вспомогательный персонал»),	4300
	в том числе:	
	вознаграждение членов научного коллектива – исследователей в возрасте до 39 лет (включительно)[2] [2] Имеет информационный характер.	3500
	Вознаграждение лиц категории «вспомогательный персонал» (с учетом страховых взносов, налогов (при наличии))	0
	Оплата[3] отпусков и выплаты компенсаций за неиспользованные отпуска лицам, являвшимся членами научного коллектива или лицами категории «вспомогательный персонал» (с учетом страховых взносов, налогов (при наличии)), оплата недоимки[4] по страховым взносам [3] Указывается для лиц, которые не будут привлекаться в планируемом периоде к реализации проекта. [4] Возникшей по действующему грантовому соглашению.	0
1	Итого вознаграждение (с учетом страховых взносов, налогов (при наличии))	4300
2	Оплата научно-исследовательских работ сторонних организаций[5], направленных на выполнение научного проекта [5] Не более значений, предусмотренных соглашением.	0
3	Расходы на приобретение оборудования и иного имущества, необходимых для проведения научного исследования (включая обучение работников, монтажные, пуско-наладочные и ремонтные[6] работы) [6] Не связанные с осуществлением текущей деятельности организации.	0
4	Расходы на приобретение материалов и комплектующих для проведения научного исследования	0
5	Иные расходы для целей выполнения проекта	200
6	Накладные расходы организации[7] [7]Не могут превышать значений, предусмотренных соглашением.	500

4.2. Расшифровка планируемых расходов

№ п.п.	Направления расходования средств гранта, расшифровка
1	Итого вознаграждение (с учетом страховых взносов, налогов (при наличии))

(указывается общая сумма вознаграждения с учетом страховых взносов, налогов (при наличии))

1. Финогеев Антон Алексеевич, 37 лет, к.т.н., доцент кафедры «САПР», ПГУ, трудовой договор (руководитель). - 800 т.р.

2. Финогеев Алексей Германович, 61 год, д.т.н., профессор кафедры «САПР», ПГУ, трудовой договор (основной исполнитель). - 800 т.р.

3. Деев Михаил Викторович, 31 год, к.т.н., Зам. нач. отдела Центра мультимедийных технологий и онлайн обучения: Отдел программирования и администрирования образовательных ресурсов, трудовой договор, (основной исполнитель). - 800 т.р.

4. Парыгин Данила Сергеевич (исполнитель), 38 лет, к.т.н., заведующий кафедрой “Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве” Волгоградского государственного технического университета, гражданско-правовой договор. - 800 т.р.

5. Тимонин Алексей Юрьевич, 30 лет, к.т.н., доцент кафедры «САПР», ПГУ, трудовой договор (исполнитель). - 400 т.р.

6. Грушевский Александр Анатольевич, 24 года, программист, ФГБОУ ВО "ПГУ", Центр мультимедийных технологий и онлайн обучения: Отдел программирования и администрирования образовательных ресурсов, трудовой договор (исполнитель) - 300 т.р.

2 Оплата научно-исследовательских работ сторонних организаций, направленных на выполнение научного проекта

(приводится перечень планируемых договоров (счетов) со сторонними организациями с указанием предмета и суммы каждого договора)

0

3 Расходы на приобретение оборудования и иного имущества, необходимых для проведения научного исследования (включая обучение работников, монтажные, пуско-наладочные и ремонтные работы)

(представляется перечень планируемых к закупке оборудования и иного имущества, необходимых для проведения научного исследования)

0

5 Иные расходы для целей выполнения проекта

(приводится классификация иных затрат на цели выполнения проекта, в том числе - расходы на командировки, связанные с выполнением проекта или представлением результатов проекта, оплату услуг связи, транспортных услуг, иное; расходы не расшифровываются)

Оплата оплаты публикаций в рейтинговых журналах - 100 т.р.

Оплата командировок для участия в форумах, научных конференциях и иных целей связанных с выполнением проекта - 100 т.р.

В соответствии с Соглашением о признании простой электронной подписи равнозначной собственноручной подписи Форма подписана простой электронной подписью руководителя проекта в ИАС РНФ.

Подпись[8] руководителя проекта _____ /А.А. Финогеев/

[8] Подписывается в случае представления в Фонд печатного экземпляра формы.

Подпись[9] руководителя организации (уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности (распорядительного документа))[10], **печать** (при ее наличии) **организации**.

_____ /_____ /

М.П.

[9] Подпись должна быть расшифрована. Форма может быть подписан квалифицированной электронной подписью с представлением в Информационно-аналитической системе РНФ в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – ИАС РНФ) файла, содержащего информацию об электронной

цифровой подписи координатора (при наличии соответствующей ранее представленной в Фонд доверенности) или руководителя Организации.

[10] В случае подписания Формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. – руководителем филиала) к печатному экземпляру отчета прилагается доверенность (копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации (при наличии)).

Изменения в составе участников

Деев Михаил Викторович

Парыгин Данила Сергеевич

Финогеев Алексей Германович