

УДК 004.415.25

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (физико-математические науки, экономические науки)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ

Параскевов Александр Владимирович

старший преподаватель

SPIN-код: 2792-3483

e-mail paraskevov.a@kubsau.ru

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, РФ

Алашеев Вадим Викторович

кандидат технических наук, доцент

e-mail alvdmv@mail.ru

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, РФ

В истории градостроительства универсальных подходов и стандартов фактически не существовало. Конфигурация населенных пунктов определяется множеством факторов, не имеющих общего знаменателя. Важную роль в этом процессе играют такие аспекты, как рельеф местности, система транспортных коммуникаций и доступность природных ресурсов. Природные препятствия, вроде лесов и гор, традиционно побуждали человека осваивать открытые, ровные территории для строительства. Близость к водоемам всегда была привлекательна за счет доступности воды и пищи, а также благодаря возможностям для транспортных и коммерческих активностей. Месторождения полезных ископаемых приводили к возникновению поселений в их непосредственной близости, обеспечивая работой местное население. Разработка урбанистических проектов, основанных на принципах транспортной логистики, является исключением из правила, подтверждая общую тенденцию спонтанного развития городских структур. Инфраструктура города представляет собой постоянно эволюционирующую систему

Ключевые слова: МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ, ЗАГРУЖЕННОСТЬ СЕТИ, УРБАНИЗАЦИЯ, ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-208-056>

UDC 004.415.25

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

THE IMPACT OF ECONOMIC FACTORS ON THE SPATIAL DEVELOPMENT OF CITIES

Paraskevov Alexander Vladimirovich

senior lecturer

RSCI SPIN-code 2792-3483

e-mail paraskevov.a@kubsau.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia

Alasheev Vadim Viktorovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

e-mail alvdmv@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia

Common principles and rules for urban development have almost never existed. The way (in a geometric sense) a settlement should be depends on many disparate factors. The landscape component, transport factor, and resource factor play a role. When there are natural barriers (forests, mountains), it has long been much more convenient for people to arrange their home in flatter part. The presence of rivers has always attracted residents – it is both a source of food and an important transport hub where there is always a possibility to be hired. Mining areas were built around the source of resources and, of course, employment. Almost never has urbanization been based on the principle of transport planning. Such cases are isolated and only confirm the general trend. Urban infrastructure is a dynamically developing and changing object

Keywords: MODELING OF SOCIO-ECONOMIC PROCESSES, TRANSPORT NETWORK, NETWORK CONGESTION, URBANIZATION, TRANSPORT PLANNING

В современных условиях, стратегия развития всех видов городского транспорта должна опираться на формирование единой интегрированной системы транспортной поддержки. Это предполагает всесторонний анализ не только грузовых автомобильных и железнодорожных перевозок, но и обширного спектра пассажирских перемещений в пределах города. Необходимо учитывать динамику развития транспортной инфраструктуры пригородных зон, оценивать их пропускную способность, состояние дорожного покрытия и связи с центральной городской частью. Без значительного улучшения этих компонентов, любые меры по деконгестации основных артерий будут неэффективными, перенося проблемы на окраины и затягивая решение на длительное время. Обширный план управления трафиком должен также предусматривать улучшение инфраструктуры на уровне перекрестков и пересечений с железнодорожными линиями, разрезающими город на изолированные районы, увеличивая тем самым транспортные заторы в часы пик.

Разработка планов движения на выходные и праздничные дни имеет решающее значение из-за того, что в эти временные промежутки основные транспортные артерии регулярно перекрываются для транспорта, сокращая число доступных маршрутов. Такая ситуация подрывает производительность общественного транспорта города и противоречит принципам его эффективного распределения и разгрузки.

Применяется метод классификации на основе индикатора загруженности дорожного потока (LTC) для анализа транспортной системы Краснодара, используя собранные данные. Этот подход включает в себя обработку информации в рамках геоинформационных систем (ГИС) для того, чтобы тщательно разделить дорожную сеть на детализированные участки и перекрестки, позволяя таким образом классифицировать их по общим характеристикам. В данном процессе первоначально определяются основные параметры, далее осуществляется кластерный анализ и отбор

характерных сегментов дорожной сети для классификации исходя из их сходства. В итоге, анализ применения данной методики классификации через LTC выявляет эффективность на основе сравнения различных выборок характерных участков.

В контексте классификационных задач, нас интересует вероятность принадлежности нового участка дороги к конкретному кластеру, согласно оценкам, полученным от классификатора. После этапа распределения дорожных участков по кластерам, следующий шаг включает в себя присвоение категории уровня трафика (LTC) каждому кластеру. Этот этап требует комплексного анализа собранных статистических данных и учета географических особенностей местоположения. Финальная фаза включает классификацию перекрестков в соответствии с LTC категориями, которые были назначены дорожным участкам в составе транспортной сети.

Используем восемь параметров, рассматриваемых как компоненты трафика, для классификации сегментов дорожной сети в разные категории.

Эти переменные часто встречаются в многочисленных исследованиях, посвященных алгоритмам вычисления долговременных циклов нагрузок на дорожное покрытие. В дополнение к таким достоинствам, как общедоступность данных и простота проведения вычислений, данный комплект переменных является интегрированным: он охватывает три переменные, относящиеся к физическим свойствам дорожного полотна, одну для анализа дорожного движения и четыре, предназначенные для оценки условий движения. В таблице 1 представлен список этих восьми переменных.

Показатели нагруженности транспортного комплекса:

- 1 Ширина проезжей части.
- 2 Количество полос движения.
- 3 Развитие велосипедной сети.

Наличие грузовиков с высокой грузоподъемностью.

- 5 Скорость потока.
- 6 Плотность движения.
- 7 Транспортный поток.
- 8 Индекс загруженности.

В этом разделе представлен краткий анализ переменных, охватывающих четыре ключевые, описывающие свойства дорожных участков и включенные в них аспекты окружающей среды.

Ширина проезжей части - это переменная величина, определяющая габариты проезжей части через измерение промежутка между ее пределами.

Количество дорожных полос: дискретная величина, указывающая на число полос для проезда одного вида транспорта на определенном отрезке.

Велосипедные маршруты: этот элемент отражает наличие и качество инфраструктуры, предназначенной для безопасного и удобного передвижения велосипедистов по заданной дорожной сети. Он может быть описан как категориальный показатель, разделяющий дорожки по типу и уровню оборудования для велосипедистов, либо как двоичный показатель, указывающий на присутствие или отсутствие подходящей велосипедной инфраструктуры, что особенно актуально при ограниченной информации.

Доступность для грузовиков: бинарный показатель, указывающий на разрешение или запрет муниципальными органами на передвижение грузового автомобиля.

В дисциплине транспортной инженерии именно изучение динамики и характеристик транспортного потока является ключевым для проектирования эффективных дорожных систем. Этот анализ включает в себя детальное рассмотрение таких параметров, как скорости транспортных средств, их плотность на проезжей части, генерирование и распределение транспортных потоков, а также формирование и управление дорожными загруженностями и пробками. Методы оценки

вышеупомянутых переменных базируются на соответствующих математических моделях и теориях массового обслуживания, отражающих взаимосвязи этих переменных в различных условиях транспортного потока и учитывая как средние, так и идеальные показатели проходимости участков дорожной инфраструктуры.

Переменные трафика.

Скорость транспорта (v) измеряют как показатель, описывающий перемещение автомобилей, поездов, или иных механизированных средств передвижения по заданному участку трассы за промежуток времени. Для вычисления этой величины применяют формулу, разделяя пройденное расстояние на время пути [2].

Плотность трафика, обозначаемая k , вычисляется как количество транспортных средств, распределенное по длине дороги. Этот параметр играет важную роль в разработке стратегий управления и планирования трафика, а методологии его расчета были разработаны выдающимися исследователями, включая Гриншилдса (1935), Гринберга (1959), Андервуда (1961) и Дрейка (1967). Дрейк, например, использовал метод Гаусса для анализа плотности трафика, что обеспечивает высокую степень точности в прогнозах.

$$k = k_0 (2 \ln(\frac{v_0}{v}))^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

где "плотность движения" относится к количеству автомобилей, припаркованных или проезжающих мимо остановочного пункта на определённом участке дороги за единицу длины; и "скорость потока" обозначает среднюю скорость движения транспортных средств в момент их прохождения через участок.

Транспортный поток (q) представляет собой непрерывный показатель, который выражает число автомобилей, перемещающихся через конкретный участок пути в заданный временной интервал. Расчет этого

параметра выполняется с использованием унифицированной формулы для определения транспортного потока.

$$q = k \cdot v \quad (2)$$

где плотность движения, а где скорость перемещения средств передвижения.

Индекс пробок: это динамичный индикатор, отражающий насыщенность автодорожного потока и качество проезда по определенным дорожным участкам. Для его измерения используется индекс заторов, подсчитываемый путем сравнения фактического времени прохождения дистанции транспортом с временем, которое было бы затрачено при идеальных путевых условиях. Алгоритм оценки включает формулу:

$$v = \frac{t - t_0}{t_0} \quad (3)$$

Кластеризация — это задача группировки данных таким образом, чтобы данные в одной группе (называемой кластером) были более похожи друг на друга, чем данные из других кластеров.

Алгоритмы кластеризации и заданные входные параметры отвечают за то, как именно данные будут разбиты на кластеры, а значит и за правильность кластеризации.

Три основных типа алгоритмов кластеризации:

- разделительные — основаны на поэтапном улучшении разбиения исходного набора данных;
- иерархические — создают иерархию вложенных разбиений;
- алгоритмы на основе плотности — разбивают объекты на кластеры на основе оценки плотности распределения.

Разделительные алгоритмы (partition clustering) делят объекты данных на непересекающиеся группы. Ни один объект не может находиться в более чем одном кластере, и в каждом кластере должен быть хотя бы один объект.

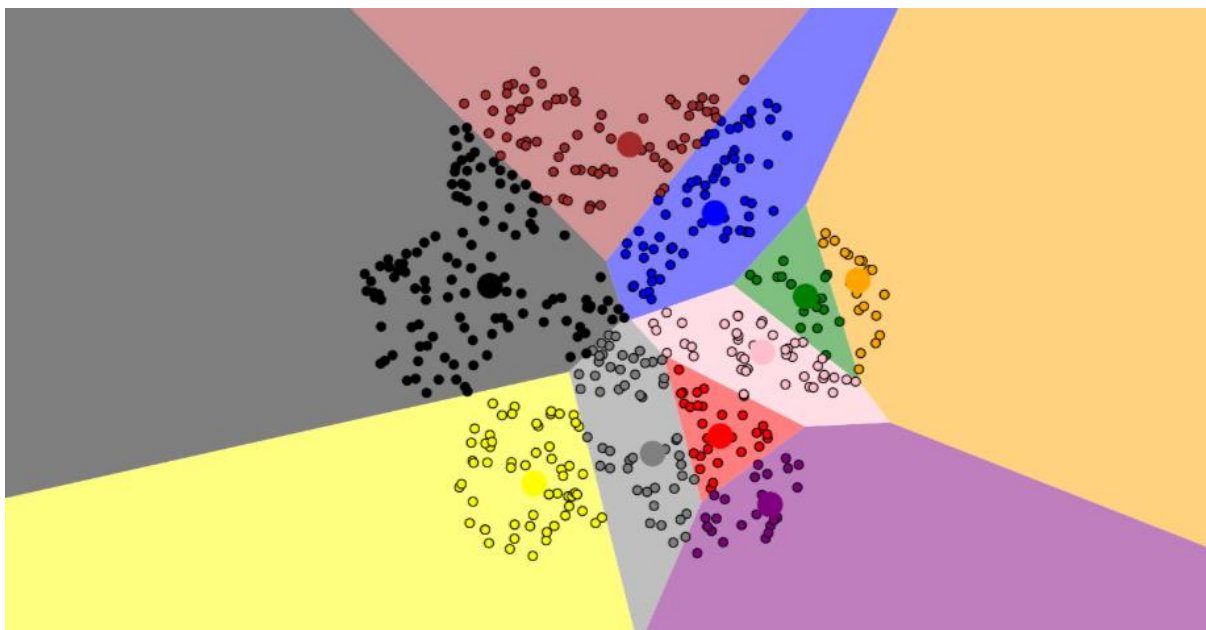


Рисунок 1 – Работа разделительных алгоритмов.

Внедрение восьми ключевых параметров при подготовке к процессу кластерного анализа оказывается неотъемлемым для определения корреляционных связей и классификации сегментов транспортной сети по однотипным характеристикам. Однако, уникальность контекста или разнообразие имеющихся данных может предоставлять основания для интеграции дополнительных переменных [1].

Цель кластеризации состоит в группировке участков дорог в соответствии с определенными критериями, дабы выделить схожие категории. Каждая группа должна объединять элементы с общими признаками, однако эти элементы должны быть четко разграничены от элементов других кластеров. Возьмем, к примеру, классификацию дорожных сегментов на основе двух ключевых атрибутов. Это позволяет наглядно разделять их на три отдельные категории, где в рамках каждой группы сегменты обладают сходными характеристиками, выделяя их на фоне элементов других групп.

Метод Partitioning Around Medoids (PAM) является эффективным подходом как для категориальных, так и для непрерывных данных.

Обеспечивая определенный уровень точности, этот метод демонстрирует заметные успехи в обработке различных датасетов.

Средний расчет используется для анализа точности распределения отдельных сегментов в кластеры. Высокие значения указывают на адекватность разделения участков дорог с помощью алгоритма классификации. Определение оптимального количества кластеров характеризует процесс, включающий инкрементное увеличение числа кластеров для выбора значения, достигающего пика эффективности. Подходящее число кластеров варьируется с учетом специфических особенностей транспортной инфраструктуры.

Выводы.

Ясно, что меры для урегулирования городского движения должны быть комплексны, чтобы гарантировать продолжительное развитие урбанистической мобильности. Заторы вызваны различными факторами, следовательно, необходим многогранный подход к претворению решений в жизнь. Простое повышение качества дорожного покрытия или реформирование системы светофоров оказывается неэффективным при перегрузке дорожной сети выше её пропускной мощности. Важно сосредоточить внимание на разработке и реализации стратегий по совершенствованию транспортной инфраструктуры, предусматривающих модернизацию и расширение дорожной сети для соединения центральных и пригородных зон, а также на повышение функциональности и эффективности транспортных коридоров и улучшение интеграции разнообразных видов транспорта.

Среди прорывных разработок выделяют продвинутую модель определения движения транспортных потоков по муниципальным магистралям, адаптированную под колебания спроса и с учетом интеграции экологических ограничений по выбросам на разных участках

дорожной сети. Кроме того, была эффективно обновлена методология оптимизации, позволяющая вычислять идеальные параметры в рамках бивалютной модели регулирования транспортных тарифов, известной под наименованием SAB.

Преимуществом нашего проекта стала разработка улучшенной модели для точной диагностики ведущих параметров загрузки дорожной сети города. Мы адаптировали численные методы для анализа ключевых аспектов движения автомобильных потоков. Результаты исследования могут быть применены в реальных условиях, предоставляя основу для внедрения этих инновационных технологий, алгоритмов, структур и программного обеспечения в системы управления и оптимизации городской транспортной инфраструктуры.

Эта техника способствует повышению эффективности использования дорожного пространства, уменьшению задержек в трафике и наращиванию скоростных показателей перемещения. Помимо этого, она обеспечивает создание дополнительных финансовых ресурсов для выполнения критически необходимых работ по обновлению и улучшению компонентов транспортной инфраструктуры.

В общем, использование результатов моделирования внедрения платы за проезд позволит полностью устранить трафиковые заторы, спровоцированные избыточной нагрузкой на транспортную систему, путем преобразования времени, потраченного в пробках, в аналогичный денежный эквивалент.

Список литературы

1. Пенкина Ю. Н. Адаптивная система поддержки принятия оперативных решений в управлении IT-проектами / Ю. Н. Пенкина, А. В. Параскевов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса, сборник статей по материалам 71-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2015 год. Краснодар – Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2016.

2. Параскевов А. В. Разработка системы принятия решений при работе с динамическими показателями / А. В. Параскевов, А. Ф. Алексеев // Математические методы и информационно-технические средства. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 2014.

3. Параскевов А. В. Оценка компетенций бакалавра: возможное решение проблем / А. В. Параскевов, Г. О. Монин // статья в открытом архиве www.researchgate.net, 10.13140/RG.2.2.26177.58721, 2020.

4. Параскевов А. В. Необходимость внедрения информационных технологий / А. В. Параскевов, Д. А. Махлушев, А. А. Ахлестова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – №09(183). С. 212 – 222. – IDA [article ID]: 1832209021. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2022/09/pdf/21.pdf>, 0,688 у.п.л.

5. Параскевов А. В. Анализ опыта внедрения информационных систем в образовательную деятельность / А. В. Параскевов // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии. Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022г. Краснодар, 2023.

References

1. Penkina Ju. N. Adaptivnaja sistema podderzhki prinjatija operativnyh reshenij v upravlenii IT-proektami / Ju. N. Penkina, A. V. Paraskevov // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa, sbornik statej po materialam 71-j nauchno-prakticheskoj konferencii studentov po itogam NIR za 2015 god. Krasnodar – Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I. T. Trubilina, 2016.

2. Paraskevov A. V. Razrabotka sistemy prinjatija reshenij pri rabote s dinamicheskimi pokazateljami / A. V. Paraskevov, A. F. Alekseev // Matematicheskie metody i informacionno-tehnicheskie sredstva. Materialy X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Krasnodar, 2014.

3. Paraskevov A. V. Ocenka kompetencij bakalavra: vozmozhnoe reshenie problem / A. V. Paraskevov, G. O. Monin // stat'ja v otkrytom arhive www.researchgate.net, 10.13140/RG.2.2.26177.58721, 2020.

4. Paraskevov A. V. Neobhodimost' vnedrenija informacionnyh tehnologij / A. V. Paraskevov, D. A. Mahlushev, A. A. Ahljostova // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2022. – №09(183). S. 212 – 222. – IDA [article ID]: 1832209021. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2022/09/pdf/21.pdf>, 0,688 u.p.l.

5. Paraskevov A. V. Analiz opyta vnedrenija informacionnyh sistem v obrazovatel'nuju dejatel'nost' / A. V. Paraskevov // Tochki nauchnogo rosta: na starte desjatiletija nauki i tehnologii. Materialy ezhegodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2022g. Krasnodar, 2023.