

## **РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПО ДАННЫМ ИНФОРМАЦИИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ<sup>1</sup>**

**Есикова Т.Н.**

*ИЭОПП СО РАН,*

*Россия, г. Новосибирск пр. Академика Лаврентьева д.17*

*t.n.yesikova@gmail.com*

**Серохвостов А.Ю.**

*НГУ,*

*Россия, г. Новосибирск ул. Пирогова, 2*

*dope.deala123@gmail.com*

*Аннотация: работа посвящена разработке модельного и программного инструментария для получения информации о состоянии экономики в различных регионах мировой системы в оперативной режиме, на базе корректной обработки информации спутниковых снимков. Это может значительно улучшить разработку планов и стратегий дальнейшего развития и принятия корректирующих мер при появлении критических ситуаций.*

Ключевые слова: программный инструментарий, спутниковые наблюдения, обработка, экономические параметры, прогнозирование, картографический материал.

### **Введение**

Усиление экономической борьбы на современном этапе обуславливается как политической нестабильностью в мире в целом, так и вступлением мировой экономической системы в очередную фазу экономического кризиса. Выработать экономическую политику, адекватную текущему моменту, затруднительно по вполне понятным причинам. Ибо, даже получить точное представление о реальной экономической ситуации и состоянии дел в конкретных регионах (по вполне объективным причинам) можно только с лагом в несколько месяцев. Это снижает ее значимость и полезность для принятия точечных управляющих воздействий для изменения ситуации.

Ситуация еще более усугубляется во времена кризисов, когда экономика посылает много ложных сигналов, затрудняющих адекватное реагирование как со стороны бизнеса, так и территориальных органов управления.

Это обуславливает необходимость и полезность разработки инструментария, который позволил бы дать ответ на все выше сформулированные запросы и который отвечал бы следующим требованиям. Во-первых, позволил бы практически в режиме реального времени получать информацию по ситуации в экономике регионов. Во-вторых, обеспечивал бы и интерактивный доступ бизнес сферы к реальным данным экономической деятельности и ресурсной базы по перспективным регионам для вложения капитала и интенсивному развитию бизнеса. В-третьих, позволял бы получить некоторую агрегированную оценку полезности того или иного направления приложения инвестиций.

Как показывают исследования в этом направлении, именно разработка инструментария по обработке данных спутниковых наблюдений по нашей планете максимально отвечает выше сформулированным требованиям. Усиление интереса к этому направлению отразилось и отслеживает по росту инвестиционной поддержки: за последние пару лет только частные инвестиции в этот сегмент экономики увеличились практически в два раза (до \$8,7 млрд в период с 01.03.20 по 31.03.21:)[1]. Пионерами в этой области (инвестиции в частную космонавтику) являются такие инвестиционные фонды, как Bessemer Venture Partners, DFJ, Sequoia, Google Ventures и др.

### **1 Данные спутниковых снимков как возможный источник поступления оперативной информации экономической природы**

Использованию спутниковых данных полезно не только для получения оперативной информации по критическим ситуациям на нашей планете (лесных пожарах, состоянии земель, уровня осадков и т.д.) [2-11], но и для одномоментно наиболее полной информации о реальной ситуации в экономике экономических систем разного уровня иерархии (мира и отдельных стран, объединений стран и др.)

<sup>1</sup> Исследование при финансовой поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №13.1902.21.0016

можно получить только на базе анализа спутниковых снимков. Ибо, оценки, получаемые традиционными методами расчета экономических показателей (на государственном, региональном и городском уровнях), отстают от действительного положения дел на несколько лет.

Во-первых, экономическая активность, интенсивность какой-либо деятельности в той или иной точке не может быть ниже той, которая фиксируются на снимках, полученных в ночное время. Справедливо утверждение, что реальные дневные данные всего скорее выше, а не ниже параметров ночных снимков.

Во-вторых, по имеющимся массивам информации (хозяйственная активность в разных регионах мира; особенности типов производств и используемых технологий в тех или иных макрорегионах, отдельных странах) позволяют сформировать довольно корректные гипотезы о реальном состоянии дел.

В-третьих, при необходимости эта информация для уточнения реальных данных в соответствующих «точках» может быть расширена за счет привлечения сторонних данных всевозможных рейтингов и т.п.).

В-четвертых, необходимо активное использование показателей, характеризующих экономику крупнейших городских агломераций страны, а именно валового государственного продукта (ВГП). По мнению некоторых исследователей (в частности, КБ Стрелка) традиционно используемых агрегированных показателей (ВРП, ВНП) уровня развития регионов и их перспективности и притягательности для бизнеса недостаточно, так как из поля зрения уходят экономики городов. Именно последние являются основными драйверами экономического роста и развития любой территории страны в целом [12].

С учетом вышесказанного представляется интересным и полезным для мониторинга актуальной экономической ситуации в различных уголках планеты данные с искусственных спутников, имеющиеся в свободном доступе. Использование этих данных позволит получить представление об агрегированной оценке социально-экономического развития регионов за прошедший год с минимальным лагом по времени.

Данное направление исследований интенсивно начало развиваться с начала этого тысячелетия. И в настоящее время сложилась уже определенная научная база исследований [2-11], которые финансируются венчурными фондами. Основной акцент делается на съемке поверхности планеты в различных оптических диапазонах (дистанционное зондирование Земли).

Именно эти направления наиболее востребованы со стороны бизнеса, ибо позволяют им приоритетный доступ к данным о наиболее перспективных регионах с позиции вложения капитала.

Традиционно, в качестве агрегированного показателя уровня развития регионов и их перспективности и притягательности для бизнеса, выступают такие макроэкономические показатели, как валовой региональный продукт (ВРП) и валовой национальный продукт (ВНП). По мнению некоторых исследователей (КБ Стрелка), этих показателей не достаточно, так как из поля зрения уходят экономики городов, как основных драйверов экономического роста и развития любой территории. По некоторым оценкам экономика этих крупнейших городов России (ВГП) это треть всей национальной экономики нашей страны [12].

От того насколько мы имеет корректное представление о своей экономике, ее истинных позициях в мирохозяйственной системе, зависит установка целевых ориентиров и выбор пути достижения. И главная сложность сопряжена именно с получением своевременной и максимально корректной экономической статистической информации. Ибо:

а) информация о состоянии дел в экономике (ВВП, ВНД, ВГП, ВРП, численность занятых, количество безработных и др.) поступают с определенным опозданием и лаг может составлять несколько лет;

б) сложность корректного исчисления ключевых параметров и периодического изменения методики их расчетов, в том числе с приведения к международным стандартам;

в) ресурсозатратность при быстром временное устаревание статистических данных.

Отметим также, что изменение методик расчетов традиционных социально-экономических показателей, используемых для оценки уровня развития экономики, может значительно изменить некоторые параметры. В начале этого года Росстата внес корректировку в подсчет валового внутреннего продукта за счет включения условной жилищной ренты, что может существенно повлиять на числовые оценки. И это не проблема нашей страны: похожие изменения в методиках в ЕС привели к изменению оценки ВВП для стран Центральной Европы на 4% - 10% [13]. И это обуславливается самим характером и технологиями сбора и обработки статистических данных от всех хозяйствующих субъектов в экономике той или иной страны, региона, макрорегиона. По

восходящей цепочки от отдельного хозяйственного объекта к макро хозяйственной системе более высокого уровня.

В связи с вышеперечисленным, существует потребность и спрос на методы расчета, опирающиеся на актуальные данные (практически в режиме реального времени) и дающие оперативную оценку с сопоставимым уровнем качества. Одним из таких направлений является использование данных спутников для оперативной оценки реальной ситуации в мировых экономических системах, которые дают возможность сделать одномоментный срез всей хозяйственной ситуации с земной поверхности, отследив и проведя мониторинг даже отдаленные уголки планеты.

## 2 Краткая характеристика разработанного инструментария

Исходя из проанализированной литературы и моделей для оценки социально-экономических переменных, были сформулированы следующие требования для архитектуры инструментария:

- 1) возможности предобработки и сегментирования данных для получения репрезентативной выборки для обучения моделей и расчета показателей;
- 2) проведение расчета социально-экономических показателей для обучения и использования моделей для оценки социально-экономических показателей;
- 3) удобный пользовательский интерфейс для взаимодействия с конечным пользователем, в том числе наличие графического интерфейса;
- 4) реализация модулей на языке Python версии 3.9 с использованием virtualenv, для последующей совместимости с библиотекой машинного обучения scikit-learn.
- 5) возможность работы со следующими типами данных:
  - данные ночной освещенности SNPP-VIIRS. Этот инструментарий характеризуется большим пространственное разрешение, динамическим спектральным диапазоном, большой дискретизацией;
  - данные антропогенных выбросов CO2 EDGAR. Среди положительных моментов можно отметить высокую точность, комплексная методология оценки, большой объем данных.

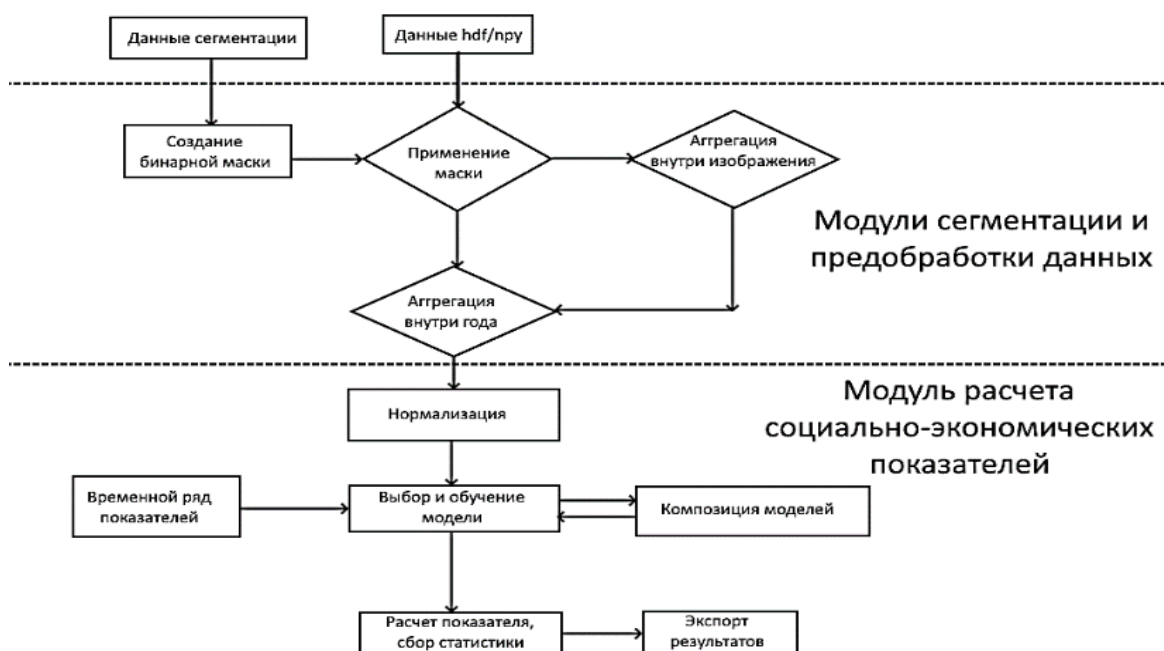


Рис. 1. Архитектура приложения

Общая структура инструментария трехмодульная и включает в себя модуль предобработки данных, модуль сегментации, модуль расчета социально-экономических показателей.

Проведенные экспериментальные расчеты на примере Новосибирской области показали работоспособность предлагаемого инструментария. О чем свидетельствуют данные, приведенные на рис.2. При разработке инструментария были использованы следующие инструменты: Python, SQLITE, PyQt5, библиотеки: Numpy, NTLK, Skipy, PySimpleGUI.

Оценка ВВП на основе EDGAR



Оценка ВВП на основе EDGAR и VIIRS



Рис. 2. Апробация инструментария

Апробация модулей была проведена на примере Новосибирской области – рассчитывались ВВП, население и степень урбанизации. рассчитывались ВВП, население и степень урбанизации за 2013-2018 года (рис.2.). В качестве ключевой метрики использовалось MAE (mean absolute error). Как показали результаты экспериментальных расчетов, ключевая метрика улучшается при комбинации моделей с разнородными данными. Например, при проведении тестовых расчетов наилучшие результаты достигались при совмещенной модели с EDGAR и VIIRS. Для избежания переобучения моделей был реализован механизм валидации.

## Заключение

Данное направление исследований представляется перспективным, ибо показанные неплохие результаты на контрольном примере позволяют сделать вывод о продуктивности предлагаемого подхода для оперативной оценки параметров функционирования экономики страны, практически в режиме реального времени, тогда как ориентация на статистические данные позволяют получить необходимые выводы с лагом в несколько месяцев., так как помимо. Целесообразно расширение инструментария посредством реализации новых методов; использование новых типов спутниковых и научных данных.

## Литература

1. *Цыгикало Н.* Инвестиции в космос // Деньги. Приложение №25 от 15.07.2021. – стр. 31
2. *Basihos S.* Nightlights as a development indicator: The estimation of gross provincial product (GPP) in Turkey // MPRA Paper – 2016. – №75553. – 27 p.
3. *Chen X., Nordhaus W. D.* The value of luminosity data as a proxy for economic statistics // Technical report, National Bureau of Economic Research. – 2010. – 44 p.
4. *Ghosh T., Anderson S., Elvidge C. and Sutton P.* Using nighttime satellite imagery as a proxy measure of human well-being // Sustainability. – 2013. – №5 (12). – pp. 4988–5019.
5. *Grossman Gene M., Krueger Alan B.* Economic Growth and the Environment // NBER working paper series. – 1994. – №4634. – 37 p..
6. *Henderson J. V., Storeygard A., Weil D. N.* Measuring economic growth from outer space // American Economic Review. – 2012. – №102 (2). – pp. 994–1028.
7. *Jackson J. K.* Medical data management // Archives of Computer Science. Vol. 28. 1992, № 5. – P.123-134.
8. *Liu, H., He, X., Bai, Y., Liu, X., Wu, Y., Zhao, Y, Yang, H.* Nightlight as a Proxy of Economic Indicators: Fine-Grained GDP Inference around Chinese Mainland via Attention-Augmented CNN from Daytime Satellite Imagery // Remote Sens. – 2021. – №13, 2067. – 15 p.
9. *Mellander C., Lobo J., Stolarick K., Matheson Z.* Night-time light data: A good proxy measure for economic activity? // PloS one. – 2015. – №10 (10). – 18 p.
10. *Rafał Kasperowicz.* Economic growth and CO2 emissions: the ECM analysis // Journal of International Studies. – 2015. – Vol. 8, No 3. – pp. 91-98.
11. *Sungwon Han, Donghyun Ahn, Sungwon Park, Jeasurk Yang, Susang Lee, Jihee Kim, Hyunjoo Yang, Sangyoon Park and Meeyoung Cha.* Learning to Score Economic Development from Satellite Imagery // In Proceedings of the 26th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '20). – 2020. – 10 p..
12. *Головкин К.* Почему каждый мэр и бизнесмен должен знать валовой продукт своих городов. // STRELKA MAG–2019. <https://strelkamag.com/ru/article/pochemu-kazhdyi-mer-i-biznesmen-dolzhen-znat-valovyi-produkt-svoikh-gorodov>.
13. *Шановалов А.* Правила игры. // Газета «Коммерсантъ» №72/П от 23.04.2012, стр. 9