

Визуализация инфекционной динамики: методические вопросы

Ерёмченко Е.Н.^{*1} | Вылегжанин С.А.² | Фетищев А.А.³

¹Московский государственный университет имени Ломоносова, Москва, Россия, eugene.eremchenko@gmail.com

²МРУ №174 ФМБА России, Протвино, Россия, cgsen174@mail.ru

³Центр госсанэпиднадзора № 174, Протвино, Россия, alex-f100@mail.ru

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы визуализации инфекционной динамики в городской среде с разрешением “до здания” с использованием 3D-модели городской среды.

Ключевые слова

Инфекция, визуализация, 3D-модель, Цифровая Земля, неогеография, городская среда

Visualization of infectious dynamics: methodological issues

Eremchenko E.N.^{*1} | Vylegzhanin S.A.² | Fetishev A.A.³

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, eugene.eremchenko@gmail.com

²MRU №174 FMBA, Protvino, Russia, cgsen174@mail.ru

³Rospotrebnadzor Center № 174, Protvino, Russia, alex-f100@mail.ru

Annotation

The paper deals with the issues of visualization of infectious dynamics in the urban environment with the resolution "up to the building" using a 3D model of the urban environment.

Keywords

Infection, visualization, 3D-model, Digital Earth, neogeography, urban environment.

Введение

Всестороннее исследование динамики процессов, обуславливающих жизнь современного города, нуждается в контроле и учёте такого фактора, как инфекционная заболеваемость. Необходимость решения этой задачи дано осознана, методы её решения отработаны и к настоящему времени доведены до совершенства. Однако специфика современного управления, существенное ускорение социальной динамики и доминирование экономических рычагов управления обществом делают необходимым делегирование функции принятия решений заведомым неспециалистам, которые к тому же вынуждены воспринимать обстановку комплексно, с использованием разнородных источников данных, интерпретация которых является весьма нетривиальной задачей. Для этого информация, направляемая принимающим решения лицам, должна быть максимально подготовлена к

¹ Corresponding author

восприятию, избавлена от двусмысленности и неясности. Кроме того, отсутствие адекватных моделей развития инфекционных процессов и понимания их природы вынуждает оперировать эмпирической информацией, определяемой средствами и режимами её получения и не позволяющей в общем случае проецировать прошлое и текущее состояние системы в будущее с уверенностью в получении надёжного и гарантированного результата.

В этих условиях значительную помощь может оказать использование такого инструмента, как визуализация. Визуальное представление данных в виде образов помогает обеспечить наглядность, свести разнородную информацию к её заведомо единообразному представлению, снизить порог требований к воспринимающему информацию и принимающему решения оператору, обеспечить значительно большую, нежели при использовании обычных знаковых представлений, культурную инвариантность представления. При этом в силу заведомой погружённости визуальных образов в пространственный контекст становится возможным собирать их в системы класса “Цифровая Земля” (Gore, 1998). Отработка методик применения такого рода информации на разных уровнях обобщения исходных данных становится значимой задачей (Goodchild et al, 2012).

Постановка исследовательской задачи

Текущим уровнем пространственного и временного разрешения данных об инфекционных процессах в городской среде является уровень “квартира-сутки”. Именно с таким разрешением собирается информация о них; вместе с тем, визуализация данных с такой точностью является существенным вызовом и требует решения следующих задач:

- наличия высокоточной и актуальной 3D-модели города, пространственная точность которой соответствовала бы точности регистрации данных – т.е. была бы не хуже единиц метров в плане и по высоте;
- отработки способов представления релевантных данных в трёхмерном пространстве и представления динамики развития процессов во времени;
- отработки способов интерпретации процессов с использованием контекстной информации;
- интеграция массивов данных городского уровня в региональные, национальные и, в перспективе, глобальные информационные системы.

Отработка методов решения таких задач должна вестись на тестовых площадках. Одной из них является наукоград Протвино, расположенный в Московской области. Этому способствует наличие высокоточной 3D-модели городской селитебной зоны, начавшей создаваться полтора десятилетия тому назад и ставшей первой моделью такого рода в России, поэтапно совершенствующейся и поддерживаемой в актуальном состоянии на протяжении этого времени (Baturin et al, 2019). Кроме того, важными достоинствами Протвино как тестовой площадки для отработки методов визуализации являются:

- относительно высокое качество городской инфраструктуры, оставшийся в наследство от времён Советского Союза, и по-прежнему относительно высокий уровень образования населения;

- относительная стабильность и однородность селитебной зоны, отсутствие районов малоэтажной застройки;

- компактность города (население – около 35 тыс. чел.), упрощающую проведение работ методического характера;

- относительно низкая (особенно по сравнению с другими городами Московской области) миграционная нагрузка, обусловленная равноудалённостью Протвино от трёх центров областей, на стыке границ которых он расположен (Москвы, Тулы и Калуги) и отсутствием железнодорожного пассажирского сообщения;

- относительно хорошая и стабильная экологическая обстановка, снижающая внешнее воздействие на городскую систему;

- наличие признанных и активно работающих школ научной визуализации и неогеографии, работающих в городе на протяжении последних двух десятилетий;

- отлаженное сотрудничество этих групп с городскими службами, в частности со специалистами, занимающимися учётом и профилактикой инфекционных заболеваний.

Работы по созданию 3D-модели городской застройки Протвино и подход к созданию подробных трёхмерных моделей малых городов описывались в ряде работ (Ерёмченко, Гречищев, 2005; Токарев, Ерёмченко, 2009; Володченко и др., 2015). В работе (Ерёмченко и др., 2018) описывалась программа по отработке использования данных сверхвысокого разрешения в качестве компоненты среды поддержки принятия решений муниципального уровня, свойства исходных данных и предлагаемые режимы визуализации. В данной работе представлены результаты моделирования представления данных на среднем (условно

называемом “высоким” в отличие от “сверхвысокого”) уровне разрешения - “до дома”.

Результаты и обсуждение

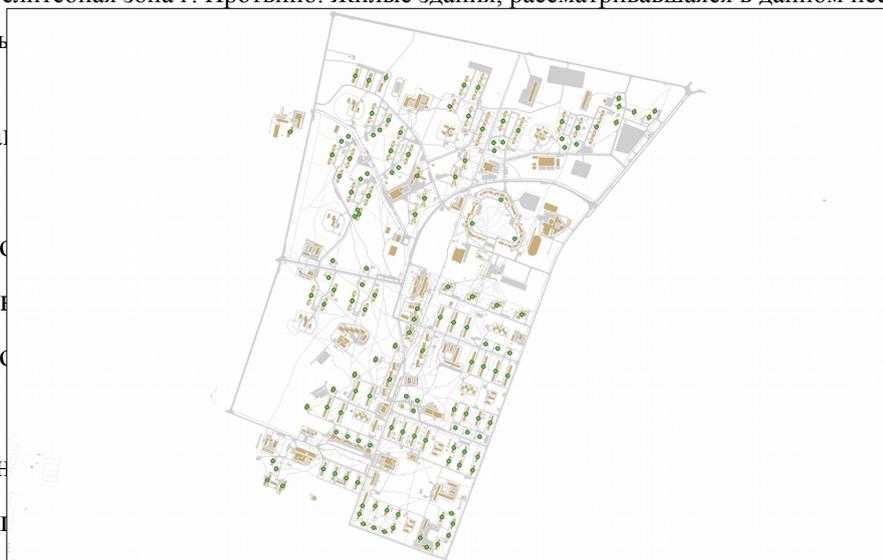
Имеющийся массив данных об инфекционной заболеваемости был использован для интегрального во времени представления с генерализацией до уровня отдельного жилого здания или его отдельного корпуса. В условиях Протвино в одном таком здании может проживать до тысячи жильцов, что позволяет собрать достаточную статистику для построения наглядных и эвристически значимых наборов данных.

Рис. 1 (а, б). Селитебная зона г. Протвино. Жилые здания, рассматривавшаяся в данном исследовании,

отмечены точечно

в среде

Исследова
инфекционных
картографическ
данных двух
картографическ
maps), которые
качестве компо
использовался

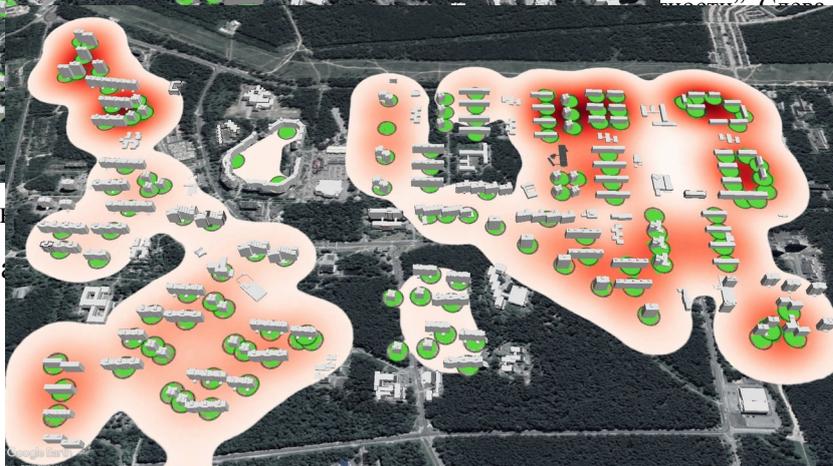
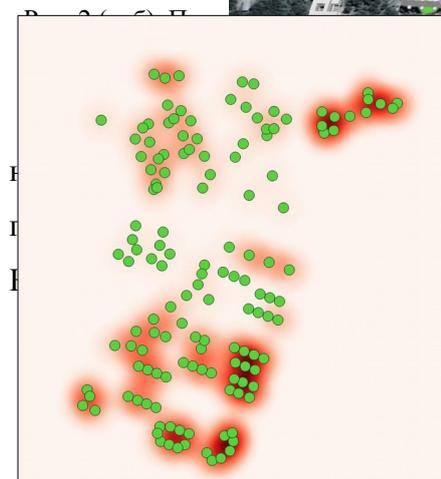


ление в среде
и данных об
пользованием
нены наборы
в качестве
отности (heat
дствления в
том качестве
в среде и

средствами открытой геоинформационной системы OGIS. Использовались данные, относящиеся то
исследования зд
новых зданий,
время, были ис
Протвино, испо



ых в начале
Протвино) и
в настоящее
селитебная зона г.



В
Г
И

З
Н

плотности отдельных жилых зданий и сооружений (рис. 2 а, б) и относительной плотности населения (рис. 3 а, б).

Неравномерности также способствует большое количество лесных и парковых зон в старой части города.

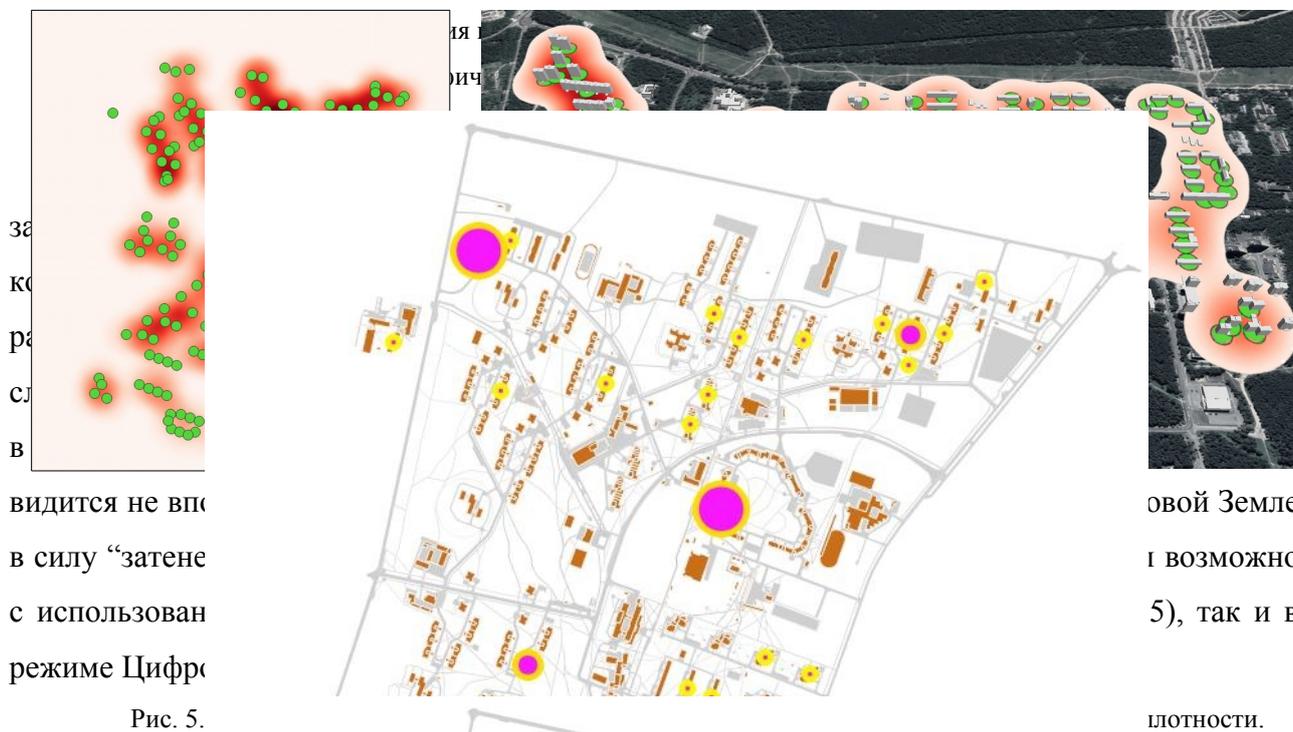


Рис. 5.



классических ГИС, так и качественно новыми средствами. Так, важными достоинствами подобной визуализации является возможность представления и агрегирования её в системах класса «Цифровая Земля»; в то же время и символьное, и растровое представления обладают собственными достоинствами и недостатками и должны не исключать, но дополнять друг друга в зависимости от категории решаемой задачи.

Представление данных с уровнем детализации “до дома”, возможное с использованием

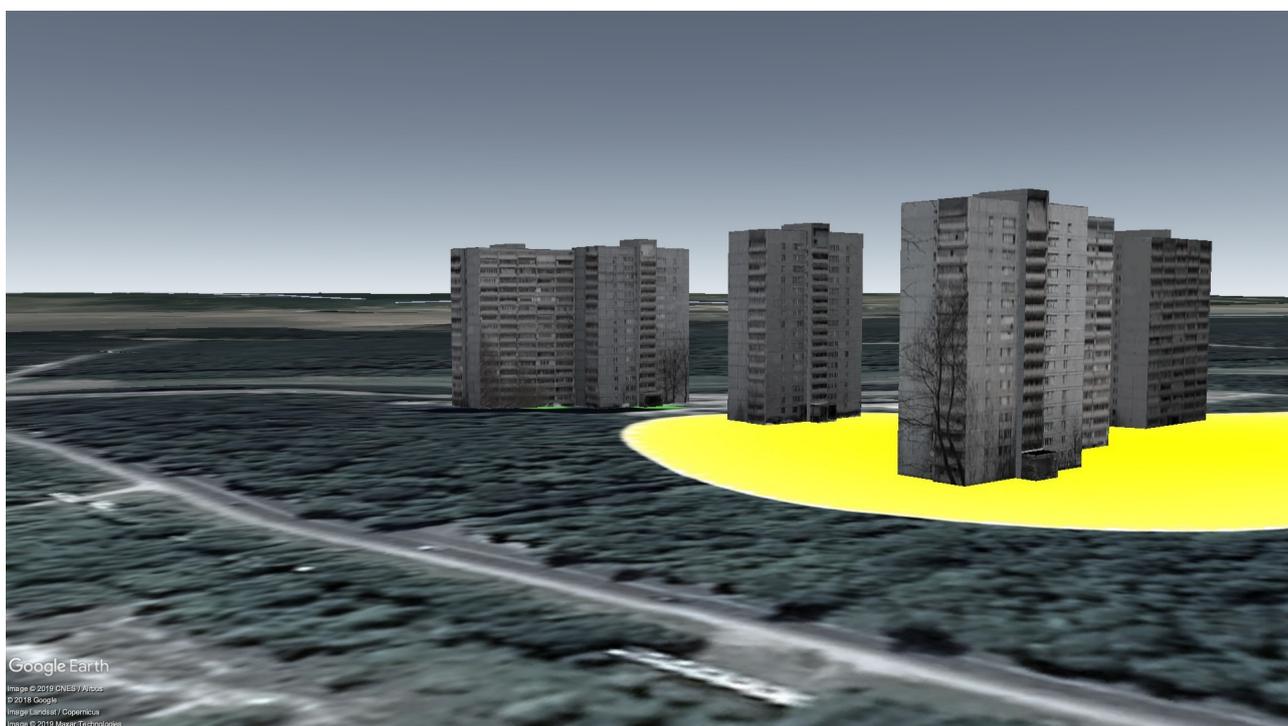
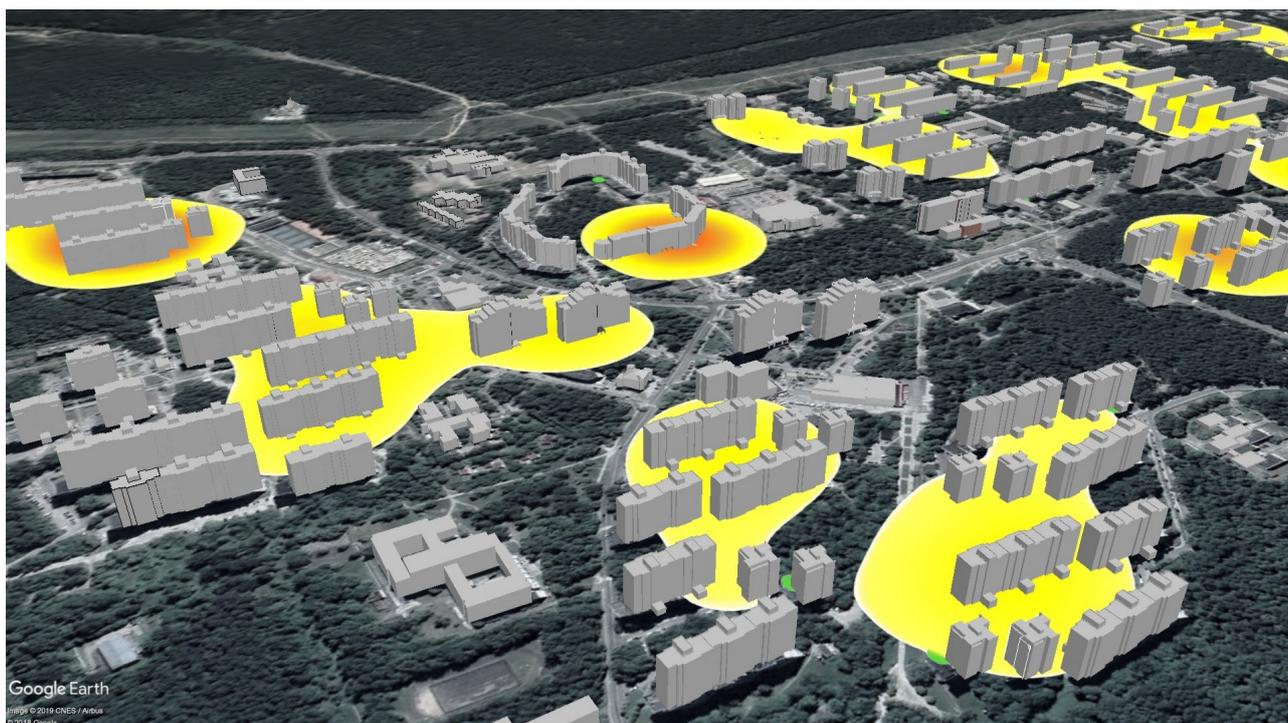


Рис. 7 (а, б). Сверху вниз: а) представление очагов инфекционного заболевания в среде Цифровой Земли в виде карты плотности совместно с упрощённой 3D-моделью городской застройки; б) то же, с использованием высокоточной визуальной достоверной модели зданий.

символьного и растрового представлений, должно органично сочетаться с выходом на следующий уровень разрешения («до квартиры»), что требует разработки и практической

апробации существенного нового инструментария, который бы обеспечивал достижение режима ситуационной осведомлённости, а также органично сочетался бы с трёхмерным режимом представления данных и обеспечивал бы интеграцию разнородных массивов данных в одну комплексную глобальную модель, оптимально сочетающейся с требованиями обеспечения устойчивого развития на всех масштабных уровнях – от муниципального до глобального (United Nations, 2015).

Благодарности

Работа выполнена при поддержке исследовательского гранта РФФИ №18-05-00236.

Список литературы

Володченко А.С., Ерёмченко Е.Н., Клименко С.В., Токарев С.К. (2015) *2005-2015. История развития 3D-модели Протвино*. Научград: наука, производство, общество, том 3, № 1, с. 20-25.

Ерёмченко Е., Гречищев А. (2005) *Новый подход к созданию ГИС для небольших муниципальных образований*. ArcReview. 2005. №2 (32). Стр. 12-18.

Ерёмченко Е.Н., Вылегжанин С.А., Фетищев А.А. (2018) *Высокоточный мониторинг эпидемической обстановки с помощью 3D-модели населённого пункта*. Геоконтекст. №1. Vol. 6. (32). Стр. 48-57.

Токарев С.К., Ерёмченко Е.Н. (2009) *Цифровое Протвино – некоторые особенности развития проекта*. В сборнике: *Высокие технологии - стратегия XXI века материалы конференции X Юбилейного Международного форума*. 2009. С. 439-441.

Baturin Y.M. et al. (2020) *Digital Earth in Russia*. In: Guo H., Goodchild M., Annoni A. (eds) *Manual of Digital Earth*. Springer, Singapore

Michael F. Goodchild, Huadong Guo, Alessandro Annoni, Ling Bian, Kees de Bie, Frederick Campbell, Max Craglia, Manfred Ehlers, John van Genderen, Davina Jackson, Anthony J. Lewis, Martino Pesaresi, Gábor Remetey-Fülöpp, Richard Simpson, Andrew Skidmore, Changlin Wang, and Peter Woodgate (2012) *Next-generation Digital Earth*. PNAS 109 (28) pp. 11088- 11094. doi:10.1073/pnas.1202383109.

Gore A. (1998) *The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century*. Al Gore

speech at California Science Center, Los Angeles, California, on January 31, 1998.

United Nations (2015) *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Sustainable Development Goals Knowledge Platform.*

<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> Accessed 27 Oct 2019