УДК 528.88 : 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНДЕКСА РОСТА ГОРОДОВ СЕВЕРА РОССИИ

Е. С. Сапожникова, М. Б. Каган, О. В. Артемьева

Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., д. 7–9, 199034, Санкт-Петербург, Россия, elizasapozh@gmail.com, st061179@student.spbu.ru, ovartemyeva@mail.ru

В статье рассматривается динамика роста городов на севере России с акцентом на проблемы и возможности, возникающие в связи с процессом быстрой урбанизации. Используя данные дистанционного зондирования из Глобального слоя населенных пунктов (GHSL), в исследовании анализируется интенсивность роста в трех городах Северного морского пути — Мурманске, Тикси и Певеке — в период с 1990 по 2020 гг.

Ключевые слова: рост городов; дистанционное зондирование Земли; глобальный слой населенных пунктов (GHSL).

USE OF EARTH REMOTE SENSING METHODS FOR ANALYSING THE GROWTH INDEX OF CITIES IN NORTHERN RUSSIA

E. S. Sapozhnikova, M. B. Kagan, O. V. Artemyeva

Saint-Petersburg State University, Universitentskay emb, 7-9, 199034, Saint-Petersburg, Russia, elizasapozh@gmail.com, st061179@student.spbu.ru, ovartemyeva@mail.ru

This article examines the dynamics of urban growth in northern Russia with a focus on the challenges and opportunities arising from the process of rapid urbanisation. Using remotely sensed data from the Global Human Settlements Layer (GHSL), the study analyses the intensity of growth in three Northern Sea Route cities - Murmansk, Tiksi and Pevek - between 1990 and 2020.

Keywords: urban growth; Earth remote sensing; Global Human Settlements Layer (GHSL).

Рост городов — многогранный процесс, имеющий значительные последствия для различных аспектов жизни человека и окружающей среды, города служат центрами инноваций, культуры и возможностей [1, с. 10]. Понимание движущих сил, закономерностей и последствий роста городов необходимо, чтобы эффективно решать возможные проблемы.

Северные регионы России, характеризующиеся суровыми зимними периодами, малочисленным населением, слабым уровнем развития инфраструктуры, обширными просторами дикой природы и

неравномерностью их освоения, представляют уникальные задачи и возможности для развития городов [2, с. 9]. Анализ интенсивности застройки городов в северных районах позволяет получить ценное представление о пространственной динамике развития населенных пунктов и инфраструктуры в крайне неблагоприятных условиях.

Устойчивое развитие поселений и территорий предполагает создание благоприятных условий для жизни населения путем осуществления градостроительной деятельности, направленной на ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду и обеспечение ее рационального использования в интересах настоящего и будущих поколений [3, с. 423]. По мере роста городов необходимость в устойчивом развитии становится все более насущной.

Развитие городов Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) требует инновационных решений, объединяющих традиционные знания с современными технологиями для создания устойчивых, адаптируемых к изменениям населенных пунктов. Проанализировав индекс интенсивности застройки северных российских городов, можно выявить возможности для устойчивого развития городов и смягчить экологические последствия урбанизации в хрупких экосистемах.

Для проведения анализа индекса интенсивности развития городов на севере России по данным дистанционного зондирования взяты материалы проекта Европейской комиссии по созданию глобальных географических сведений об эволюции человеческого пребывания на Земле Global Human Settlement Layer (GHSL). GHSL обеспечивает всесторонний и разновременной охват населенных пунктов по всему миру, включая удаленные и малонаселенные районы, такие как северные регионы России. Слои GHSL получены на основе комбинации спутниковых снимков, результатах переписи населения и других наборов геопространственных данных, что делает их хорошо подходящими для всестороннего анализа городской среды [4].

Для анализа выбраны три города Северного морского пути: Мурманск, расположенный на Кольском полуострове, Тикси на побережье моря Лаптевых в Заполярье, и Певек на Чукотском полуострове вблизи Берингова пролива, в период 1990-2020 гг. Рассматриваемые временные рамки выбраны из-за удобства производить расчет индекса каждые десять лет, также они охватывают три десятилетия, (анализ 30-летнего периода позволяет выявить долгосрочные тенденции и закономерности в развитии городов), и включают в себя такие важные исторические события, как распад Советского Союза в 1991 г. и последующий переход к рыночной экономике в России, что оказало серьезное влияние на структуру городского развития, инвестиции в инфраструктуру [5].

Перед началом работы в программном обеспечении QGIS скачаны векторные слои границ городов из открытых источников (OpenStreetMap), а затем с ресурса https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/download.php получены растровые данные застроенной территории GHS-BUILT_S на 1990, 2000, 2010 и 2020 гг. с разрешением 100 м. На следующем этапе каждый растр импортирован в программное обеспечение ArcGIS и реклассифицирован на незастроенную и застроенную территории.

Для получения данных только застроенной территории, необходимо векторизовать реклассифицированный растр и удалить объекты, соответствующие незастроенной территории. Затем был изменен формат полученного векторного слоя на растровый для дальнейшей работы (рисунок). С целью расчета площади, в программном обеспечении QGIS использован инструмент «Зональная статистика», который позволил подсчитать количество пикселей в пределах векторного слоя границ населенного пункта, по которым в дальнейшем можно вычислить площадь территории. В результате получены данные об изменении площади застроенной территории городов (таблица).

Растровые данные застроенной территории

Площадь застроенной территории Мурманска и его административных округов, Певека и Тикси на 1990, 2000, 2010 и 2020 гг., в км^2

Город	Год				
		1990	2000	2010	2020
	г. Мурманск	43,79	45,18	46,10	46,84
	г. Певек	3,17	3,74	3,82	4,00
	г. Тикси	1,82	1,89	1,90	1,91

По данным таблицы констатируем рост выбранных городов за 30-летний период: площадь Мурманска выросла на 7 %, Певека — на 26 %, Тикси — на 5 %. Для всех городов зафиксирован наибольший рост с 1990 по 2000 гг. Причин роста может быть несколько. Во-первых, Мурманск представляет собой крупный портовый город со значительной численностью населения и экономической активностью, в то время, как Тикси, являющийся самым северным портом России, и Певек, известный горнодобывающей промышленностью, особенно добычей золота, и атомным плавучим энергетическим блоком, — небольшие населенные пункты с особенностями, связанными с изолированностью, ограниченной инфраструктурой. Пропускная способность морского порта Мурманска более 5 млн т/год, здесь происходит перевалка нефти, добываемой в АЗРФ, что делает его узловым центром Арктического бассейна России [2, с. 60]. Певек является центром принятия решений по добыче золота на месторождении «Купол», а также грузовым авиаузлом [2, с. 152]. Пропускная способность грузового терминала самого северного порта России, Тикси, не превышает 5 млн т/год, но важно уточнить, что в Мурманске расположен морской спасательно-координационный центр, а в Певеке и Тикси — подцентры, что делает рассматриваемые города важнейшими узлами Северного морского пути. В ближайшем будущем данные города получат новый виток развития в связи с запуском по планам в 2024 г. круглогодичной навигации на всем протяжении Северного морского пути.

Подводя итог, следует отметить, что анализ роста городов на крайнем севере России с применением методов дистанционного зондирования позволяет предоставлять точные, своевременные и пространственно-полные данные, а также получать ценные представления о динамике развития этого самобытного и труднодоступного региона. Достижения в области спутниковых технологий, алгоритмов машинного обучения и методов об-

работки постоянно повышают качество и доступность данных. Продолжение работы в этой области необходимо для решения проблем урбанизации на севере России. Также необходимо сосредоточить усилия на разработке и совершенствовании новых методов и подходов к анализу городов с использованием дистанционного зондирования Земли.

Библиографические ссылки

1. *Лаппо Г. М.*: География городов: Учеб. пособие для геогр. ф-тов вузов. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997. 480 с.; илл. ISBN 5-691-00047-0.

2. АНО «Информационно-аналитический центр Государственной комиссии по вопросам развития Арктики» Опорные населенные пункты Российской Арктики: материалы предварительного исследования / АНО «Информационно-аналитический центр Государственной комиссии по вопросам развития Арктики», АНО «Институт регионального консалтинга». [б. м.]: [б. и.], 2022. 246 с. [б. н.]

3. *Перцик Е. Н. Геоурбанистика*: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. Н. Перцик. М. : Издательский центр «Академия», 2009. 432 с., [16 с. цв. вкл.] ISBN 978-5-7695-4936-6

4. Concepts and methodologies of the data produced by the GHSL // GHSL - Global Human Settlement Layer URL: https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/data.php (дата обращения: 14.01.2024).

5. Ландшафты: оптики городских исследований. Сборник научных трудов / отв. ред. Н. Милерюс, Б. Коуп – Вильнюс : ЕГУ, 2008. 474 с. ISBN 978-9955-773-22-1.