

Санкт-Петербургский государственный университет

КИСЕЛЕВА Анастасия Александровна

Выпускная квалификационная работа

***Сравнительный анализ динамики застройки промышленных городов
Российской Федерации на основе данных дистанционного зондирования***

Уровень образования: бакалавриат

Направление 05.03.03 «Картография и геоинформатика»

Основная образовательная программа СВ.5020 «Картография и геоинформатика»

Научный руководитель:

к.г.н., доцент СПбГУ,

Артемьева Ольга

Владимировна

Рецензент: д.г.н., профессор

СПбГЭУ,

Корнекова Светлана

Юрьевна

Санкт-Петербург

2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ГОРОДА В СИСТЕМЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	6
1.1 Город как объект картографирования в системе территориальной структуры государства.....	6
1.2 Типология населённых пунктов Российской Федерации. Основные понятия.....	18
1.3 Понятие промышленного города на территории Российской Федерации. Типология промышленных городов.....	21
1.4 Основные характеристики промышленных городов Российской Федерации на примере исследования Нижневартовска, Тольятти и Челябинска.....	22
1.4.1 Нижневартовск.....	22
1.4.2 Тольятти.....	24
1.4.3 Челябинск.....	25
ГЛАВА 2. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ: ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ ОПЫТ.....	28
2.1 Использование данных дистанционного зондирования в картографии.....	28
2.2 Картографирование динамики городов: предшествующий опыт.....	36
ГЛАВА 3. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ.....	40
3.1 Общая технология создания визуальных картографических моделей городов.....	40
3.2 Создание электронной карты г. Челябинск.....	45
3.3 Создание электронной карты г. Тольятти.....	47
3.4 Создание электронной карты г. Нижневартовск.....	50
ГЛАВА 4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКА, ТОЛЬЯТТИ И НИЖНЕВАРТОВСКА ЗА ПЕРИОД 2002-2021 ГГ.....	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
ЛИТЕРАТУРА.....	60
Приложение №1. Челябинск. Динамика городской застройки.....	63

Приложение №2. Тольятти. Динамика городской застройки.	64
Приложение №3. Нижневартовск. Динамика городской застройки.	65

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день города являются центрами научно-технического прогресса и оказывают значительное влияние на мировую экономику. С течением времени они не только растут, но и эффективно развиваются: становятся точкой притяжения людей, историко-культурного наследия, различных услуг и сфер производственной деятельности.

В вопросе роста городов промышленность занимает особое место. Она влияет на инфраструктуру и уровень технологического развития, занятость населения. Исследование места промышленности в динамике городской застройки целесообразно для изучения общей привлекательности населённого пункта для жизни. Картографирование территории города играет важную роль во многих аспектах успешного планирования и управления. Карты позволяют прогнозировать показатели, влияющие на качество жизни населения и экономическую эффективность населённого пункта. Изучение динамики застройки позволяет получить новые возможности для рационального использования земель, выявления перспективных районов и определения будущего вектора развития. Для исследования планировочной структуры города и оценки его роста всё чаще используются данные дистанционного зондирования Земли, позволяющие быстро проводить мониторинг различных территорий с помощью неконтактных методов. В данной работе для анализа изменения территории выбраны 3 города: Челябинск, Тольятти и Нижневартовск. Все они отличаются по доминирующей отрасли промышленности. Кроме того, выбор обусловлен разными географическими условиями, численностью населения и временем существования населённых пунктов.

Объект исследования – промышленные города РФ

Предмет исследования – применение данных дистанционного зондирования в целях картографирования динамики городской застройки.

Цель исследования – создание визуальных картографических моделей промышленных городов и проведение сравнительно анализа их роста

Для выполнения цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать понятие города как объекта системы населённых пунктов РФ;
2. Формализовать исторические аспекты картографирования городских территорий;
3. Структурировать характерные экономические и географические особенности промышленных городов Челябинск, Тольятти, Нижневартовск;

4. Проанализировать информацию о предшествующем опыте картографирования роста городов;
5. Создать визуальные картографические модели, отражающие динамику городской застройки;
6. На основе составленных визуальных картографических моделей выявить особенности развития, характерные для исследуемых промышленных городов.

Работа выполнялась с использованием программного обеспечения QGIS версии 3.22.10, ArcGIS 10.6.1, Adobe Illustrator 2022. Основным источником данных дистанционного зондирования являлась Геологическая служба США (USGS), предоставляющая для научных и учебных целей спутниковые снимки Landsat. Для создания картографической основы использовались векторные слои Open Street Map.

ГЛАВА 1. ГОРОДА В СИСТЕМЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

1.1. Город как объект картографирования в системе территориальной структуры государства

Существует множество определений понятия «город». Чаще всего для города характерна большая численность и высокая плотность населения, развитая инфраструктура и экономическая деятельность. Также в населенном пункте, имеющем статус города, большинство жителей не должны быть заняты в сельском хозяйстве.

В Российской Федерации статус города и его официальное определение закрепляется на основе законов субъектов. В Челябинской области, например, городом считаются населенные пункты с численностью населения более 10 000 человек.

Тем не менее, численность населения далеко не всегда имеет решающую роль. В Иннополисе по состоянию на 2020 г. проживает приблизительно 3800 человек, но он считается городом в силу своих экономических, научных и образовательных функций. Напротив, Каневская с населением более 40 000 человек – станица, в которой очень развито сельское хозяйство.

Наконец, город – это форма расселения и территориальная организация хозяйства, обладающая достоинствами, необходимыми для развития общества (Лаппо, 1997). Для более подробного анализа городов необходимо рассмотреть понятие урбанизации – «историческом процессе повышения роли городов в развитии общества, который охватывает изменения в размещении производительных сил, прежде всего в расселении населения, его социально-профессиональной, демографической структуре, образе жизни и культуре» (Демографический энциклопедический словарь, 1985).

В 1800 г. доля городского населения в мире составляла 3%. В 2019 г. этот показатель увеличился почти в 19 раз и равнялся 55,7% (рис. 1)

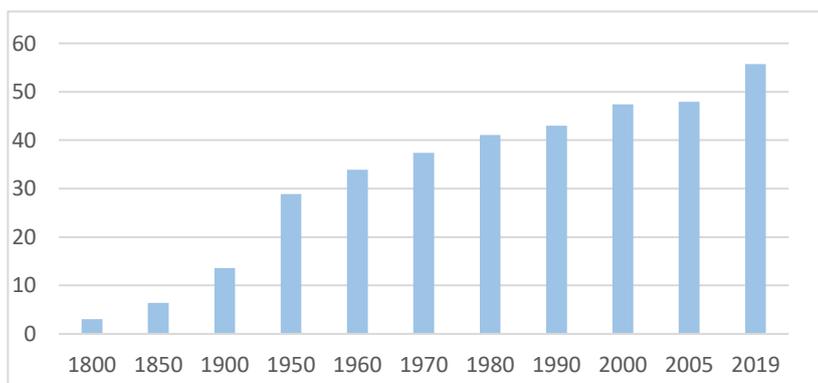


Рис. 1 Доля городского населения в мире, в % (Росстат, 2019)

В Российской Федерации доля городского населения в 2013 г. составляла 74,0%. В 2022 г. показатель увеличился до 74,8% (рис. 2)

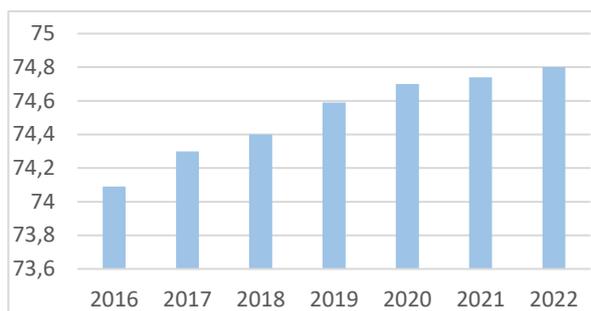


Рис. 2 Доля городского населения в России, в % (Росстат, 2022)

Город обладает рядом специфичных свойств: исторической многослойностью, урбанистической концентрацией, саморазвитием, динамизмом, противоречивостью, многофункциональностью и наличием прогрессивных сил общества (Лаппо, 1998).

Урбанистическая концентрация – это сосредоточение разнообразных сфер деятельности и связанного с ними населения в пределах ограниченной городской территории. Данный термин используется для описания городов, имеющих развитую инфраструктуру и привлекающих для работы или получения образования множество людей.

Историческая многослойность проявляется в многообразии архитектурных стилей. Например, в Краснодаре дореволюционные здания соседствуют с жилыми домами частного сектора, памятниками и церквями. Подобная картина характерна для городов в большинстве стран мира, в том числе для Китая (рис. 3).



Рис. 3 Конфуцианский храм и небоскрёбы (Unsplash.com, 2023)

Динамизм влечет за собой изменение и развитие. Динамичность функционирования города выражается в высокой концентрации взаимодействующих

объектов на небольшой территории: приток людей из окраинных районов в центральные и обратно, часы пиковой нагрузки в транспорте, непрерывное функционирование производств и экстренных служб. Данное свойство проявляется и в трансформировании города: его перепланировке, возведении зданий, прокладке дорог и адаптации к постоянно изменяющимся условиям.

Для многофункционального города характерен экономический рост, большое число предприятий различных отраслей, доступные объекты инфраструктуры, активная общественная жизнь. Именно многофункциональность позволяет в полной мере раскрывать весь потенциал географического положения, привлекать новые высококвалифицированные кадры и сочетать разнообразные виды деятельности, эффективно дополняющие друг друга.

Для развития города одним из решающих факторов является сосредоточение в нём прогрессивных сил общества – квалифицированных специалистов в своих областях, стремящихся к экономическому, социальному и культурному прогрессу. Разного рода профессионалы выступают за продвижение инноваций и новых технологий, способных улучшить качество жизни людей. Данное свойство особенно важно для городов с высоким научно-техническим потенциалом – Дубны, Иннополиса, Обнинска, Троицка, Бийска и других (рис. 4).



Рис. 4 Здание технопарка в Иннополисе

Комбинация всех вышеуказанных свойств города обуславливает его проблемность и противоречивость. В период урбанизации негативное воздействие на экологическую обстановку территорий постоянно растёт. В крупных промышленных городах существует ряд проблем, отрицательно влияющих на образ жизни людей – загрязнение воздуха, почвы и воды, повышенный уровень шума (Бродская, 1998). Всё это негативно сказывается на здоровье горожан.

Одним из ключевых факторов, обуславливающих развитие города, является экономико-географическое положение (ЭГП) – отношение города к природным или созданным в процессе человеческой деятельности объектам, лежащим вне его и имеющим экономическое значение (Баранский, 1980). Выделяют несколько иерархических уровней ЭГП города (Губина, 2012):

1. Мегоположение – положение относительно всего мира или его отдельно взятых крупных регионов
 2. Макроположение – положение в отношении различных государств
 3. Мезоположение – положение относительно одного государства
 4. Микроположение – положение в отношении ближайших городов
- Картографирование городов важно на всех этих уровнях. Карты являются неотъемлемой частью успешного функционирования любого населённого пункта.

Глиняную табличку с изображением Ниппура (рис. 5) часто называют старейшей картой города. На ней изображен канал, река Ефрат, храм, парк, городская стена и ворота. Табличка была найдена во время раскопок в конце XIX в.

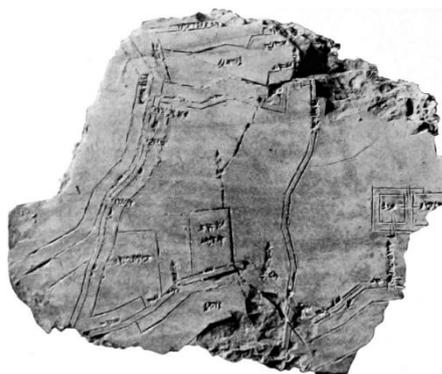


Рис. 5 Глиняная табличка с изображением г. Ниппур

Значительный вклад в развитие картографирования городов внёс флорентийский монах Кристофоро Буондельмонти, создавший два историко-географических труда, включавших в себя описания островов Эгейского и Средиземного морей, актуальные на тот момент схемы и рекомендации для мореплавателей. В 1422 г. составил карту Константинополя (рис. 6). В настоящее время это самая старая из сохранившихся карт города.

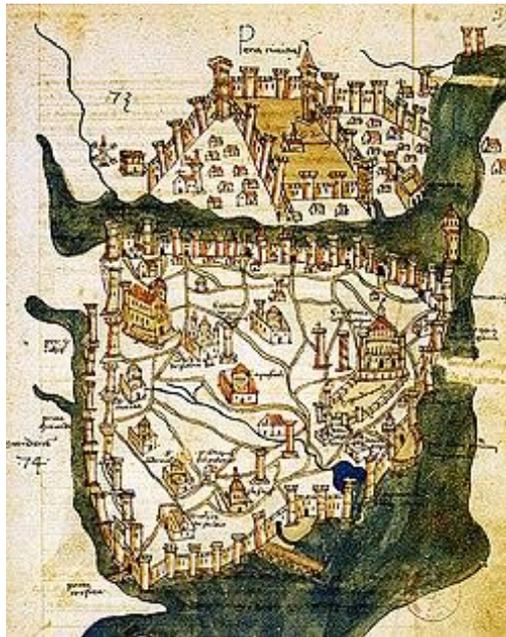


Рис. 6 Карта Константинополя (Буондельмонти, 1422 г.)

Нюрнбергская хроника, увидевшая свет в 1493 г., является коллекцией более чем 100 иллюстраций, изображающих различные города: Верону, Краков, Пизу, Иерусалим, Дамаск и др. Кроме того, в собрание входят карта мира (рис. 7) и карта Центральной и Северной Европы.



Рис. 7 Карта мира, Нюрнбергская хроника (Шедель, 1493)

Следует отметить выдающуюся по полноте содержания и точности карту Венеции за авторством Якопо де Барбари, составленную в 1500 г. Она представляет собой гравюру на дереве и изображает город с высоты птичьего полёта. Карта в деталях отображает характер застройки (рис. 8). На гравюре изображены церкви и даны подписи некоторых зданий.



Рис. 8 Вид Венеции (Яконо де Барбари, 1500 г.)

Первые чертежи Московии были созданы в 1497 и 1523 гг. (Рыбаков, 1974). На основе этих материалов за рубежом были составлены другие карты Русского государства. Предпосылками к существованию современного картографирования городов считается появление рисунков населённых пунктов (рис.9). Вклад в развитие этой сферы в России внёс Сигизмунд Герберштейн – географ, историк и писатель, дипломат Священной Римской империи, в XVI в. составивший первое гравированное изображение Москвы (Клепиков, 1956).



Рис. 9 План Москвы, созданный Сигизмундом Герберштейном, 1556 г.

Более подробный план Москвы, созданный по указу польского короля Сигизмунда III, датирован 1610 г. Он в деталях описывает планировку города, достоверно изображает характер застройки и точно передаёт облик некоторых зданий в пределах современного Садового кольца (рис. 10). План отличается красочным оформлением: наличием орнаментов, гербами и портретом Сигизмунда III.



Рис. 10 Сигизмундов план Москвы

«Большой чертёж всему Московскому государству» и «Книга Большому Чертежу», изданные в XVI-XVII в. послужили новой вехой в развитии русской картографии. Архивы, сохранившиеся до наших дней, могут свидетельствовать о многообразии картографических работ того времени. «Чертеж русским и шведским городам до Варяжского моря» датируется 1653 г. и подробно описывает Великий Новгород.

Атлас городов земного мира, уникальный и первый в своём роде, увидел свет в конце XVI века, издавался в течение 46 лет и состоял из шести томов. Впервые он был опубликован в Германии, но принадлежит к картографической школе Антверпена. Атлас включает в себя более 500 планов, чаще всего изображающих европейские города с высоты птичьего полёта. Отличается изящным оформлением, подробными легендами и текстовыми описаниями. На гравюрах изображаются жители в традиционных костюмах, гербы стран и городов. Авторы, Георг Браун и Франц Хобенгер, начали работу с Португалии, Испании, Англии, Италии, Германии, но впоследствии создали карты Каира, Константинополя и ряда других городов (рис. 11).



Рис. 11 План Хельсингборга (Браун, 1588)

Из более поздних картографических произведений необходимо выделить «Подробный план столичного города Санкт-Петербурга», изданный на 24 листах в 1828 г. На нём в деталях отображаются здания с нумерацией, сады и аллеи, в точности представлены гидрографические объекты.

Одно из самых выдающихся картографических произведений XIX в. по подробности и полноте содержания – «Атлас столичного города Москвы», составленный А.Хотевым (рис. 12). Включает в себя 63 листа, на которых отображены все домовладения с нумерацией, постройки государственных учреждений, церкви и парки (Багров, 2005).



Рис. 12 Фрагмент атласа столичного города Москвы (Хотев, 1853)

С XX в. создаются новые, более точные планы городов, детально показывающие конфигурацию зданий и подробно отражающие их характеристики. С повышением уровня урбанизации возникла острая необходимость в эффективном использовании и инвентаризации территорий, рациональном потреблении естественных богатств. Впервые издавались тематические атласы, направленные на улучшение качества городской среды: атлас Лондона (1968 г.), атлас планирования Западного Берлина (1962 г.), атлас Парижа и Парижского региона (1967 г.) (Прохорова, 2018).

В настоящее время картографирование городов набирает всё большую популярность. Прежде всего, карты используются для планирования и управления городскими территориями. Они являются важнейшим инструментом для государственных структур при принятии решений, связанных с развитием города и улучшением качества жизни населения. Без генеральных планов, схем территориального планирования и карт функциональных зон (рис. 13) невозможно устойчивое развитие любых населённых пунктов.

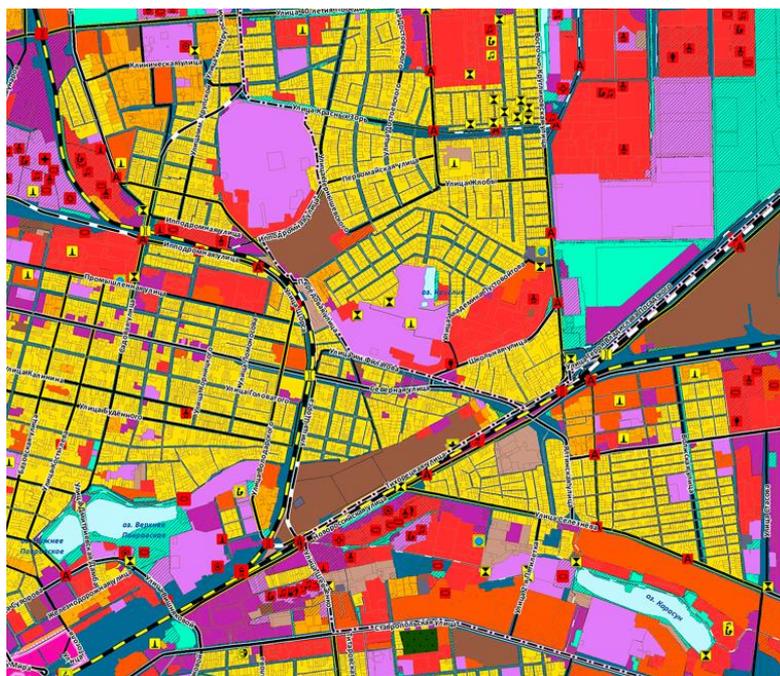


Рис. 13 Фрагмент карты функциональных зон г. Краснодар (ФГИС ТП)

Карты городов полезны для принятия решений в сферах здравоохранения, образования и транспорта. Они могут быть использованы для отображения статистической информации: распределения населения по возрасту, полу и уровню доходов, а также для расчёта обеспеченности городских территорий объектами инфраструктуры.

Карты используются в туристических целях: позволяют лучше ориентироваться в незнакомом месте, помогают в планировании путешествий, способствуют безопасности туристов и даже становятся сувенирами (рис. 14).

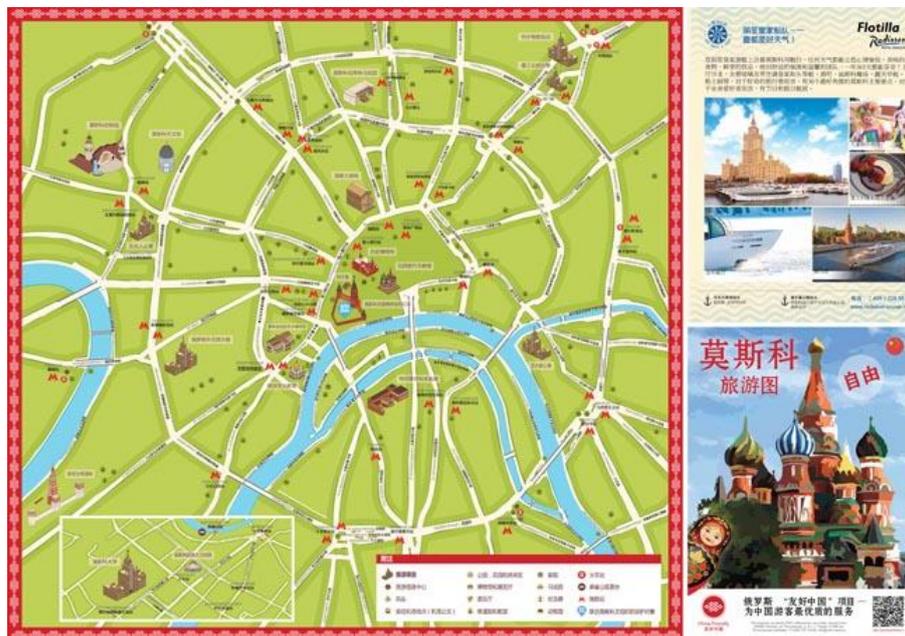


Рис. 14 Первая туристическая карта Москвы на китайском языке (China friendly, 2015)

Кроме того, карты нашли применение для мониторинга, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, таких как наводнения, землетрясения и пожары. С их помощью проще оценить масштаб катастрофы, определить зоны эвакуации и временные пункты размещения пострадавших.

Сан-Диего - город на побережье Тихого океана, подверженный цунами. На рис. 15 отображены зоны, наиболее восприимчивые к затоплению, а также пути эвакуации.

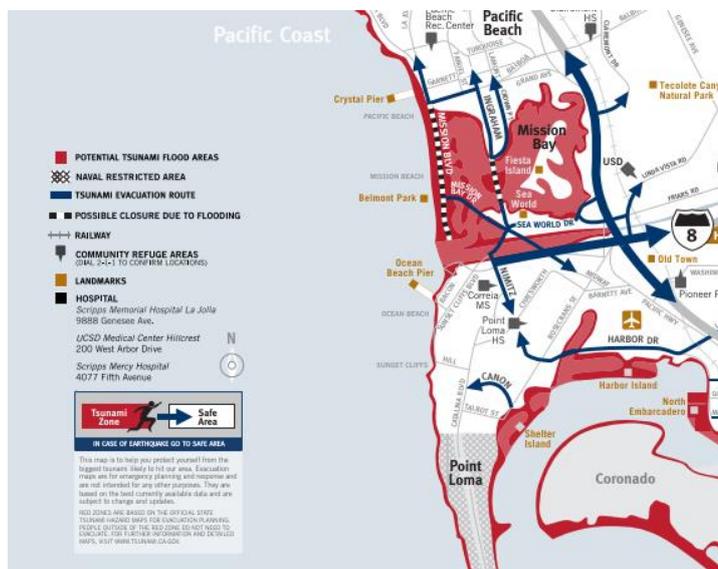


Рис. 15 Фрагмент карты эвакуации при угрозе цунами (Sandiego.gov)

Определяют следующие наиболее часто встречающиеся типы планировочных структур городов по расположению каркасных элементов (Иодо, 2008):

1. Линейные планировочные структуры характерны для городов, развивающихся вблизи рек, морей или крупных транспортных магистралей – Сочи (рис. 16), Волгоград.

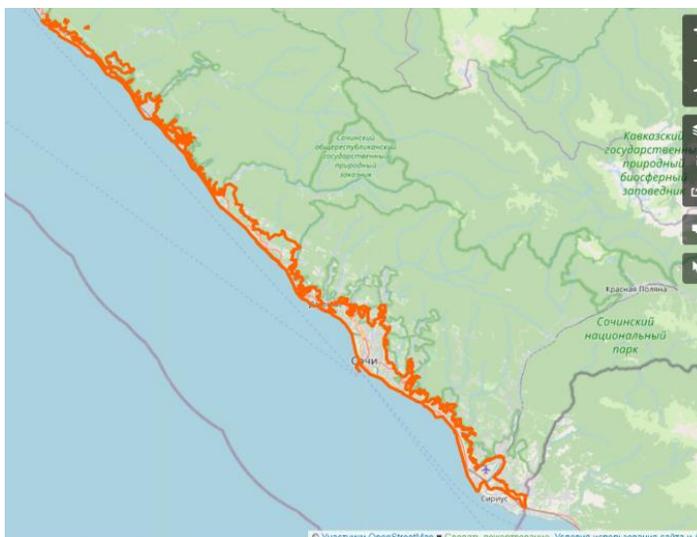


Рис. 16 Линейная планировочная структура г. Сочи (OpenStreetMap, 2023)

2. Многолучевые планировочные структуры включают в себя звездчатые и радиальные. Сформировались в узлах пересечения транспортных магистралей – Екатеринбург, Великий Новгород, Париж.

3. Веерная планировочная структура – подтип многолучевых, формируются у городов, образованных при развитии городов у мостов через реки (рис. 17).

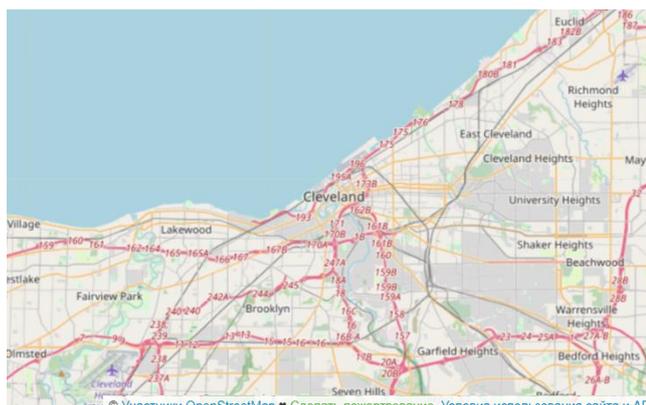


Рис. 17 Веерная планировочная структура г. Кливленд (OpenStreetMap, 2023)

4. Сетчатые планировочные структуры характерны для городов, развивающихся целенаправленно на основе планов – Вашингтон, Сантьяго.

5. Кольцевые планировочные структуры формируются у городов, развивающихся равномерно от центра в разных направлениях (рис. 18).

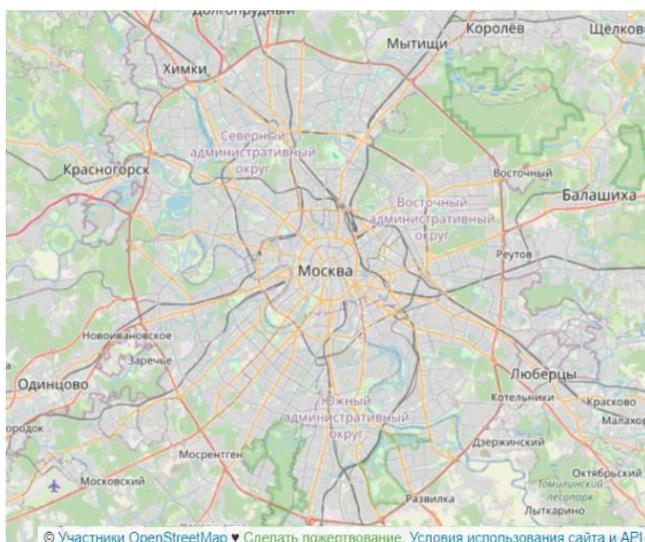


Рис. 18 Кольцевая планировочная структура г. Москва (OpenStreetMap, 2023)

6. Рассредоточенная планировочная структура формируется у городов, сталкивающихся с различными препятствиями: реками, оврагами и др. К данному типу относится Лос-Анджелес, Сидней.

7. Компактная планировочная структура характерна для малых городов: Зволен, Делфт (Dempsey, 2010).

Выделяют 3 вида картографирования городских территорий (Прохорова, 2018):

1. Топографическое – общегеографические карты, планы, в высокой точности отображающие множество объектов и их характеристик. Могут использоваться для строительства, научных исследований, навигации, рекреации.

2. Инженерно-техническое или специальное – карты и планы, предоставляющие подробную информацию об инфраструктуре и коммуникациях. На них изображаются смотровые колодцы, трубопроводы различного назначения, линии электропередач. Объекты часто сопровождаются их описанием.

3. Тематическое картографирование городов – наиболее обширная сфера. Включает в себя как физико-географические, так и социально-экономические аспекты городской жизни. Такие карты могут отражать информацию о зонах доступности объектов здравоохранения или транспортной инфраструктуры, административно-территориальном делении, экологической обстановке, составе населения, достопримечательностях.

На рис. 19 представлена более детальная классификация карт городских территорий.



Рис. 19 Подробная классификация видов карт городов

В том случае, когда на автомобильных картах подробно отображены населённые пункты, они тоже могут быть отнесены к городскому картографированию.

1.2 Типология населённых пунктов Российской Федерации. Основные понятия.

ФЗ №131 «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 г., рассматривает следующие термины, касающиеся типов населённых пунктов:

1. Поселение – городское или сельское поселение.
2. Сельское поселение – сельские населенные пункты, расположенные на одной общей территории, где местное самоуправление производится населением непосредственно и (или) с помощью выборных и других органов.
3. Городское поселение – посёлок или город, где местное самоуправление производится населением непосредственно и (или) с помощью выборных и других органов.

Кроме того, в законе используются понятия «муниципальный район», «муниципальный округ», «городской округ», «городской округ с внутригородским

делением», «внутригородской район», «внутригородская территория города федерального значения», «муниципальное образование».

В то же время, значения терминов «населённый пункт» и «городской населенный пункт» определены не были. Это связано с регулированием данного вопроса на уровне субъектов РФ. Для Самарской области (Закон Самарской области, 2005):

1. Населённый пункт – территория региона, застроенная в предусмотренных границах, служащая постоянным или преимущественным местом проживания людей и имеющая установленное федеральным законодательством название.
2. Городской населённый пункт – населённый пункт, в соответствии с численностью, характером занятости населения, развитыми типами инфраструктуры, особенностями застройки, и федеральным законодательством отнесен к городу или поселку городского типа.
3. Сельский населённый пункт – населённый пункт, который не отнесен к городским населённым пунктам.

Таким образом, в Российской Федерации населённые пункты делятся на городские (города, посёлки городского типа) и сельские, включающие в себя деревни, хутора, аулы, станицы, сёла и др. (рис. 20).

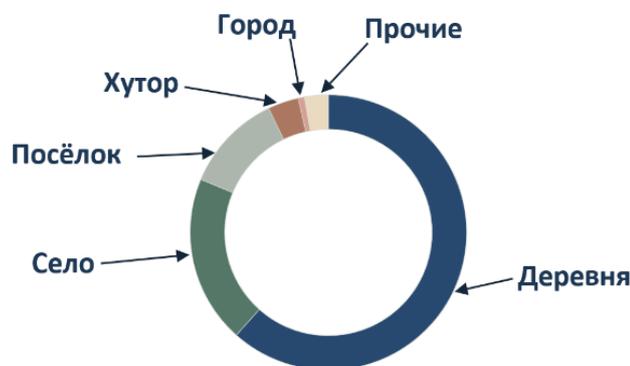


Рис. 20 Доли основных типов населённых пунктов РФ (ОКТМО, 2020)

В России выделено 1179 посёлков городского типа (Всероссийская перепись населения, 2021). Хотя в РСФР они подразделялись на рабочие, курортные и дачные, в настоящее время подобная классификация не используется.

Всего насчитывается 153 157 населённых пунктов (Всероссийская перепись населения, 2021). Все они классифицируются по численности населения (Градостроительный кодекс РФ, 1998). На рис. 21 представлена классификация сельских населённых пунктов.



Рис. 21 Классификация сельских населённых пунктов

Классификация городских населённых пунктов приведена на рис. 22.



Рис. 22 Классификация городских населённых пунктов

Города также классифицируются по экономико-географическому положению, функциям, степени важности в территориальном разделении труда, генетическим признакам и видам перспективного развития (Перцик, 1999).

По функциональной структуре выделяют следующие основные типы городов:

1. Многофункциональные центры – места сосредоточения культурных, научных, экономических функций и прогрессивных сил общества
2. Города с развитыми промышленными и транспортными функциями
3. Города с преобладанием иных, не промышленных функций – преимущественно небольшие поселения
4. Курортные – Сочи, Геленджик, Анапа и пр.
5. Научные – Дубна, Бийск, Обнинск и пр.

По экономико-географическому положению города подразделяются на:

1. Находящиеся в узлах пересечений транспортных путей (Нижний Новгород, Красноярск).
2. Находящиеся в горнодобывающих районах (Новокузнецк, Кемерово).
3. Находящиеся в районах, специализирующихся на обработке сырья (Иваново, Ярославль).

4. Находящиеся в районах развитого сельского хозяйства (Ставрополь, Краснодар).

По значению и месту города в структуре федеративного устройства РФ выделяют следующие категории:

1. Город федерального подчинения
2. Город регионального подчинения
3. Город районного подчинения

1.3 Понятие промышленного города на территории Российской Федерации. Типология промышленных городов.

В России выделяют добывающую и обрабатывающую промышленности, а также электроэнергетику. К добывающей относится добыча минерального энергетического сырья, металлов, драгоценных камней, сырья для строительных материалов и др. (Большая советская энциклопедия, 1978). В обрабатывающей промышленности выделяется черная и цветная металлургия, машиностроение, лесная, химическая и нефтехимическая, пищевая промышленности и др.

Промышленный город – это город, который создан на базе одного или нескольких предприятий, выросший, как правило, из рабочего посёлка (Морозова, 2017). Промышленный центр – это город, в котором сосредоточена одна или несколько отраслей промышленности, а также зачастую развита транспортная инфраструктура (Большая советская энциклопедия, 1978). Таким образом, в России, как правило, данные понятия считаются идентичными.

Промышленность является главной отраслью в городах с населением от 100 тыс.чел. до 1 млн. В крупных городах, считающихся центрами научно-технического прогресса, данная сфера развита меньше (Лаппо, 1997).

В настоящее время можно выделить 5 основных групп промышленных городов (Урбаника, 2010):

1. Первая группа, наиболее крупная, состоит из промышленных городов, которые приобрели производственные функции в советский период. Главные сектора промышленности – нефтегазовый и металлургический. Данные города являются каркасом социально-экономической устойчивости РФ.

2. Ко второй группе относятся города «промышленной индустриализации». Территориально они привязаны к крупным городским агломерациям России.

3. Третья группа включает в себя города, у которых не получилось восстановить промышленный потенциал советского времени

4. Четвертая группа, наиболее перспективная и самая малочисленная, представлена городами промышленной инновации – наукоградами и ЗАТО.

5. К пятой относятся Москва и Санкт-Петербург

Таким образом, в России под понятием «промышленный город» обычно подразумевают город, в котором можно выделить градообразующее предприятие, специализирующееся на одной из отраслей промышленности.

1.4 Основные характеристики промышленных городов Российской Федерации на примере исследования Нижневартовска, Тольятти и Челябинска.

1.4.1. Нижневартовск

Нижневартовск – город в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, расположенный на правом берегу р. Обь (рис. 23). Численность населения составляет более 280 000 человек. Поселение было основано в начале XX в., но только в 1965 г. с открытием Самотлорского, крупнейшего в России нефтяного месторождения, в развитии этого населённого пункта наступил новый этап. Статус города Нижневартовск получил только в 1972 г.

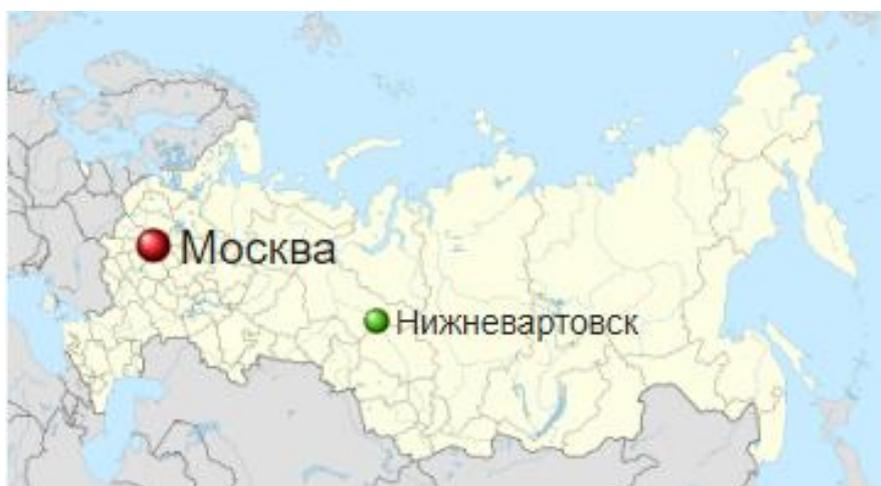


Рис. 23 Географическое положение Нижневартовска

Город расположен в зоне континентального климата. Зимы холодные, средняя температура января составляет $-21,2^{\circ}\text{C}$. Таяние снега отмечается в апреле, мае. Климат характеризуется непродолжительным летом – от 10 до 14 недель. Наибольшее количество осадков приходится на июнь, июль, август. Город приравнен к районам

Крайнего Севера. Растительность в подавляющем большинстве представлена вечнозелеными хвойными растениями.

Атмосферный воздух загрязняют преимущественно автомобили. Кроме того, существуют стационарные источники загрязнения: Нижневартовская тепловая электростанция, сжигание попутного газа, а также котельные установки. Кроме того, периодически происходят разливы нефти, негативно сказывающиеся на экологической обстановке города.

В структуре промышленности Нижневартовска наибольшая доля приходится на производство, добывающие полезные ископаемые. Принципиально важная отрасль для экономики – добыча нефти. В городе также функционируют газоперерабатывающие комплексы. Развито производство нефтепродуктов, строительных материалов. Пищевая промышленность представлена производством мясной и молочной продукции (Гынгазов, 2007).

Нижневартовский международный аэропорт осуществляет перелёты в различные регионы России, а также в Турцию, Таджикистан, Азербайджан, Таиланд.

Развитие железной дороги связано с открытием Самотлорского нефтяного месторождения (рис. 24). Первый поезд пришёл в город только в 1976 г.



Рис. 24 Самотлорское нефтяное месторождение

Численность населения города, начиная с 2004 г., постоянно возрастает. За период с 2004 по 2021 гг., число жителей города увеличилось на 43 456 чел. Отличительной чертой Нижневартовска являются высокие темпы строительства: город несколько раз становился рекордсменом округа по вводу жилья в эксплуатацию.

Нижевартовск занимает четвертое место в рейтинге самых крупных промышленных городов РФ (Урбаника, 2013). Кроме того, это второй по безопасности город в России по опросам местных жителей.

Таким образом, выбор г. Нижевартовск для дальнейшего изучения динамики застройки обусловлен развитой нефтяной и добывающей промышленностью, особенностями географических условий, включающими продолжительную зиму, короткое лето и обилие заболоченных территорий. Кроме того, учитывались возраст населённого пункта – менее 120 лет и численность населения, находящаяся на нижней границе «крупного» города.

1.4.2. Тольятти

Тольятти – город в Самарской области, расположенный на левом берегу Волги. Население составляет более 680 тыс.чел. Самый большой по численности населения город в регионе. Был основан в 1737 г., но в 1953-1955 гг. при строительстве Куйбышевского водохранилища перенесён в другое место.

Город находится в зоне умеренно-континентального климата, характеризующегося холодной зимой и жарким летом. Кроме того, на него влияет водохранилище. Средняя температура июня +19,3°C, средняя температура января - 10,6°C. В городе 285 солнечных дней в году. Среднее количество осадков – 492 мм в год, две трети из которых приходятся на теплое время года. Город расположен в Среднем Заволжье – части Русской равнины (рис.25).

Рельеф характеризуется развитыми речными долинами, балками, редко встречаются овраги. На ветровой режим оказывает влияние планировочная структура города.

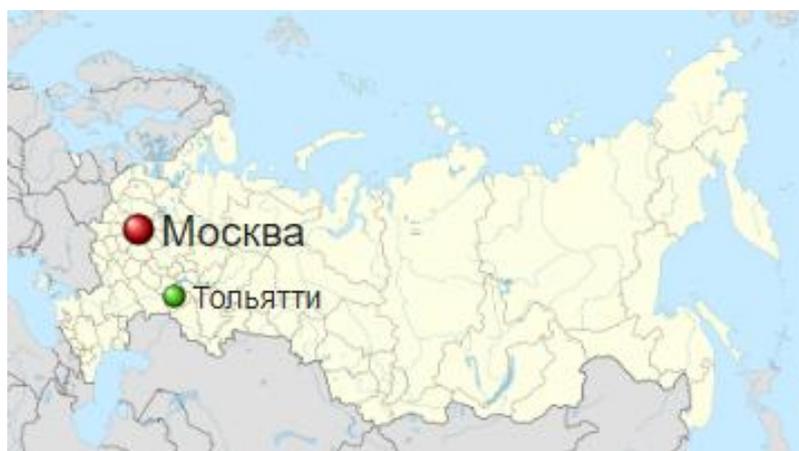


Рис. 25 Географическое положение Тольятти

Город располагается на границе лесостепи и хвойно-широколиственных лесов. Деревья представлены соснами, дубами, осинами, берёзами, липами. В близлежащем Жигулёвске создан Средне-Волжский комплексный биосферный заповедник, включенный в 2006 г. в ЮНЕСКО (Лысова, 2004).

Начиная с 2016 г., происходит отток населения из города. Численность населения за период с 2016 по 2021 гг. уменьшилась почти на 28 тыс. чел. В настоящее время в Тольятти проживают русские, татары, украинцы, мордва, чувашаи и др. Доля населения, занятого в промышленности, составляет 41%.

Автомобильная промышленность представлена несколькими заводами, но градообразующим является предприятие «АвтоВАЗ» – крупнейший в России производитель легковых машин, выпускающий автомобили под торговой маркой Lada (рис. 26).



Рис. 26 Штаб-квартира «АвтоВАЗ» в Тольятти

В городе развита пищевая промышленность, химическая отрасль и энергетика. Тольятти является крупным транспортным узлом.

Таким образом, выбор г. Тольятти обусловлен доминирующей ролью машиностроения в структуре промышленности, благоприятным географическим условиям. Кроме того, учитывались индивидуальные особенности населённого пункта – его затопление и перенос. Фактически, к 1955 г. город был построен заново. Вместе с тем, во внимание принималась численность населения, более, чем в два раза превышающая численность жителей г. Тольятти.

1.4.3. Челябинск

Челябинск – административный центр Челябинской области, расположенный на склоне Уральских гор на р. Миасс (рис. 27). Основан в 1736 г. как крепость, статус города получил в 1781 г.

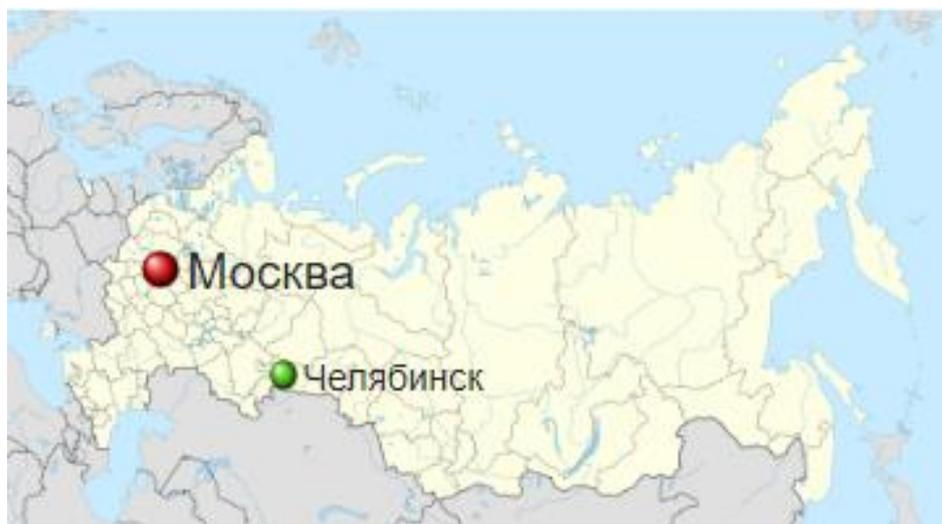


Рис. 27 Географическое положение Челябинска

Город находится в зоне умеренно-континентального климата. Зимы длинные и снежные, лето сухое и тёплое. Средняя температура июня $+18,3^{\circ}\text{C}$, средняя температура января $-14,1^{\circ}\text{C}$. Рельеф слабо холмистый.

Челябинск занимает седьмое в России место по численности населения. В городе проживает 1 189 525 чел. (Всероссийская перепись населения, 2021). Последние годы происходит убыль населения.

Город является важным промышленным центром. Главная отрасль промышленности – металлургия и производство металлических изделий (рис. 28). Кроме того, в городе развито машиностроение (Самуэльсон, 2010).



Рис. 28 Челябинский электрометаллургический комбинат

Челябинский электрометаллургический комбинат (ЧМЭК) считается крупнейшим в России заводом ферросплавов. В свою очередь, Челябинский металлургический (ЧМК) комбинат является наиболее крупным в стране производителем нержавеющей стали.

Проблема ухудшения экологической обстановки в городе стоит особенно остро. В 2020 г. был зафиксирован повышенный уровень загрязнения воздуха (Росгидромет, 2020). Челябинск характеризуется большим количеством дней с неблагоприятными метеоусловиями, возникающих при слабом ветре или его отсутствии. В результате чего в воздухе накапливается диоксид азота, оксид углерода, формальдегид, свинец, аммиак и др. (рис. 29)



Рис. 29 Предприятия-загрязнители воздуха (Администрация Челябинска, 2016)

Неблагоприятная экологическая ситуация в городе приводит к невозможности открытия новых предприятий и оттоку населения из города.

Таким образом, выбор г. Челябинск обусловлен преобладанием металлургии в структуре промышленности, высокой численностью населения – более 1 млн, неблагоприятной экологической обстановкой. Вместе с тем, учитывалась дата основания населённого пункта. Так, Челябинск – самый старый город из вышеперечисленных.

ГЛАВА 2. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ: ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ ОПЫТ.

2.1 Использование данных дистанционного зондирования в картографии

Дистанционное зондирование – это процесс получения информации об объектах, поверхностях или явлениях с помощью анализа данных, собранных без непосредственного физического контакта с объектом изучения (Чандра, 2008). Дистанционное зондирование используют во многих науках о Земле. Его применяют для задач картографии, экологического мониторинга окружающей среды, геологии и геофизики. В настоящее время данный термин чаще всего относят к применению спутниковых или авиационных сенсорных технологий, помогающих в обнаружении и классификации объектов Земли.

Первая фотография Земли из космоса была получена в 1946 г. с помощью баллистической ракеты «Фау-2», снабженной 35-миллиметровой камерой, способной снимать один кадр каждые 1,5 секунды (рис. 30).

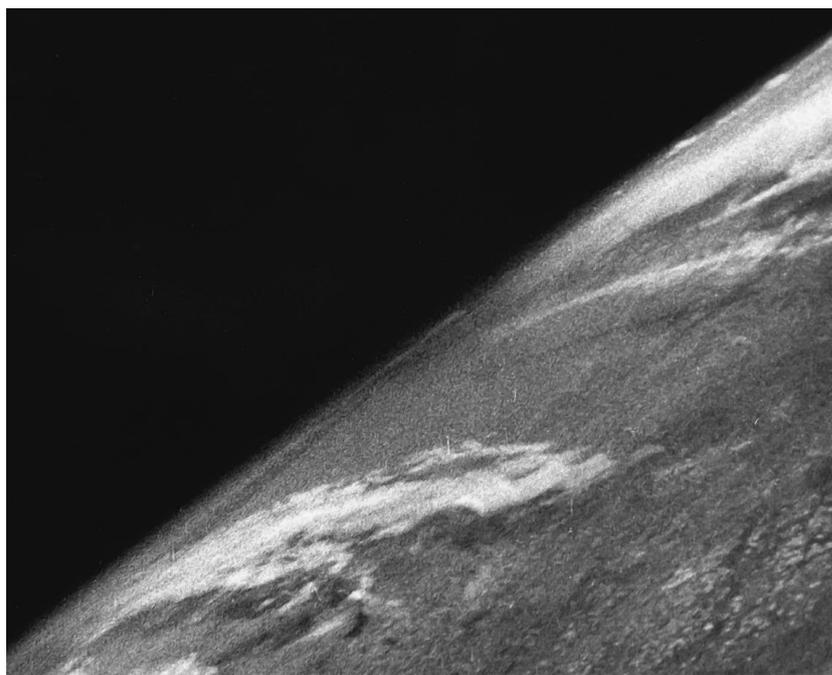


Рис. 30 Фотография Земли из космоса

В 1959 г. был сделан снимок Земли с использованием американского спутника Explorer 6. Кроме того, в том же году советский спутник Луна-3 получил первую фотографию обратной стороны Луны. Первым человеком, вручну сделавшим снимки из космоса, стал космонавт Герман Титов. Он фотографировал Землю с высоты 250 километров.

Наиболее известный снимок полного диска планеты, называемый «The Blue Marble», был получен с «Аполлон-17» в 1972 г. (рис. 31)



Рис. 31 The Blue Marble

Дистанционное зондирование может подразделяться на:

1. Активное – спутник испускает сигнал и регистрирует его отражение объектом (рис. 32) (Самардак,2005).

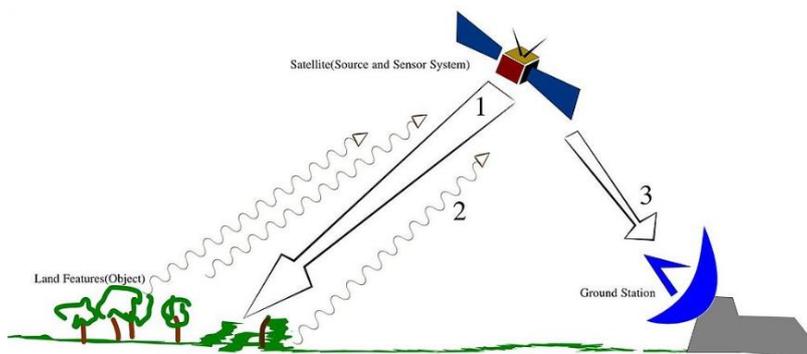


Рис. 32 Активный метод

2. Пассивное – датчик регистрирует отражение солнечного света (рис. 33)

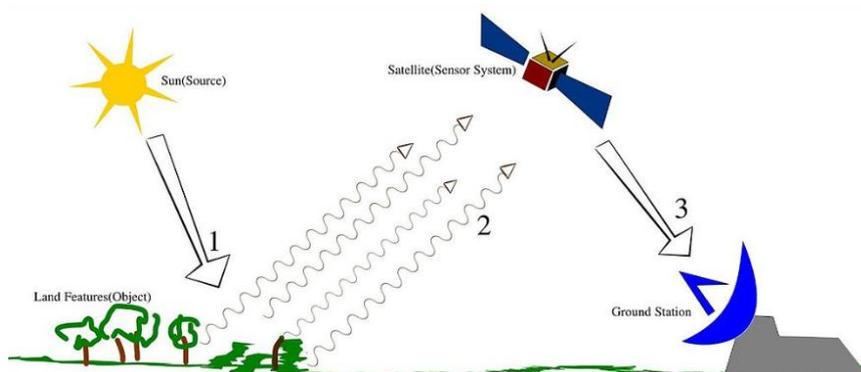


Рис. 33 Пассивный метод

При дистанционном зондировании пассивными методами используется диапазон длин волн от 0,25 мкм до 1 м., который также подразделяется на следующие участки:

- От 0,25 до 0,40 мкм – ультрафиолетовый
- От 0,40 до 0,70 мкм – видимый
- От 0,70 до 1,30 мкм – ближний инфракрасный
- От 1,30 до 3,00 мкм – средний инфракрасный
- От 3,00 до 1000 мкм – дальний инфракрасный
- От 1000 мкм до 1 м – микроволновый или миллиметровый участок радиодиапазона

Одна из важных характеристик в дистанционном зондировании – пространственная разрешающая способность. Определяется размером самого маленького объекта, который на снимке можно идентифицировать. Пространственное разрешение помогает понять, сколько метров земной поверхности в одном пикселе на снимке. По данному признаку снимки подразделяются на следующие категории (Сутырина, 2013):

1. Сверхвысокое – до 1 м.
2. Очень высокое – от 1 до 19 м.
3. Высокое – от 20 до 49 м.
4. Относительно высокое – от 50 до 99 м.
5. Среднее – от 100 до 999 м.
6. Низкое – от 1 до 10 км.
7. Очень низкое – более 10 км.

Тем не менее, существуют и другие классификации снимков по пространственному разрешению (Шихов, 2020):

1. Сверхвысокое – до 1 м.
2. Высокое – от 1 до 10 м.
3. Среднее – от 10 до 30 м.
4. Низкое разрешение – от 30 до 250 м.
5. Очень низкое – от 250 до 3000 м.

Landsat – один из наиболее продолжительных проектов, занимающихся созданием спутниковых снимков. В рамках данной программы самый первый спутник был запущен в 1972 г., последний – в 2021 г. Снимки Landsat являются уникальным

источником данных для научных исследований в картографии. Хронология запусков спутников представлена на рис. 34.

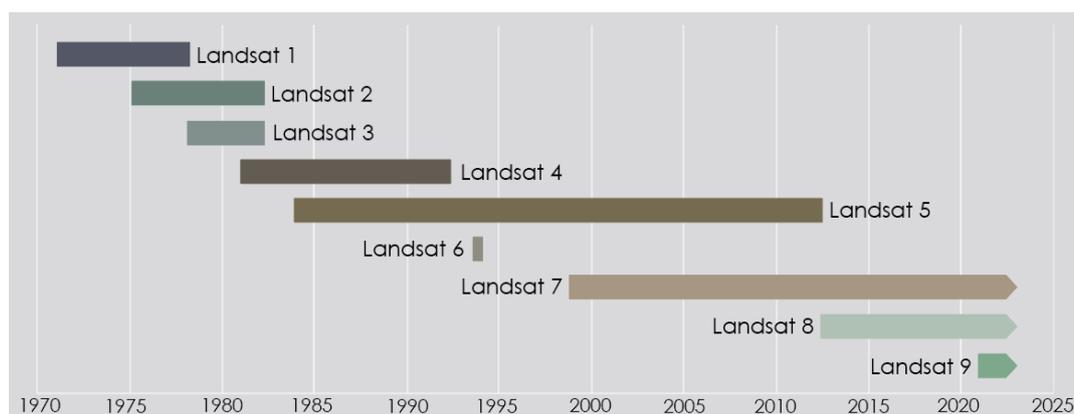


Рис. 34 Сроки работы спутников Landsat (Геологическая служба США, 2022)

Последний спутник данной программы, Landsat 9, был запущен 27 сентября 2021 г. с базы Ванденберг. Снабжён OLI-2 и TIRS-2 – оптическим и тепловым датчиками соответственно. Планируемая продолжительность миссии – 15 лет. Характеристики каналов для Landsat 4-5, Landsat 7 и Landsat 8-9 представлены в таб. 1, 2, 3 соответственно (Геологическая служба США, 2022).

Канал	Наименование	Длина волны, мкм	Пространственное разрешение, м
1	Blue	0,45-0,52	30
2	Green	0,52-0,60	30
3	Red	0,63-0,69	30
4	NIR	0,76-0,90	30
5	SWIR-1	1,55-1,75	30
6	Thermal	10,40-12,50	120
7	SWIR-2	2,08-2,35	30

Таб. 1 Landsat 4-5

Канал	Наименование	Длина волны, мкм	Пространственное разрешение, м
1	Blue	0,45-0,52	30
2	Green	0,52-0,60	30
3	Red	0,63-0,69	30
4	NIR	0,76-0,90	30
5	SWIR-1	1,55-1,75	30
6	Thermal	10,40-12,50	60
7	SWIR-2	2,08-2,35	30

8	Panchromatic	0,52-0,90	15
---	--------------	-----------	----

Таб. 2 Landsat 7

Канал	Наименование	Длина волны, мкм	Пространственное разрешение, м
1	Coastal Aerosol	0,43-0,45	30
2	Blue	0,45-0,51	30
3	Green	0,53-0,59	30
4	Red	0,64-0,67	30
5	NIR	0,85-0,88	30
6	SWIR-1	1,57-1,65	60
7	SWIR-2	2,11-2,29	30
8	Panchromatic	0,50-0,68	15
9	Cirrus	1,36-1,38	30
10	TIRS-1	10,6-11,19	100
11	TIRS-2	11,5-12,51	100

Таб. 3 Landsat 8-9

Кроме того, внимания заслуживает космическая программа Коперник, в рамках которой были запущены спутники Sentinel. Данные, полученные с помощью Sentinel-2, могут применяться для мониторинга окружающей среды, ликвидации последствий стихийных бедствий. Широко используется в картографии благодаря высокому пространственному разрешению (Коперникус, 2023).

Для анализа территорий и создания карт применяются синтезированные снимки, различным образом комбинирующие каналы и отражающие определённые характеристики местности. Далее описаны некоторые комбинации для Landsat 8

Комбинация красного, зеленого и синего, каналов 4-3-2, придаёт снимку естественные цвета: растительность – зеленая, населенные пункты – белые (рис. 35).



Рис. 35 Комбинация каналов 4-3-2, г. Тольятти

Комбинация каналов 5-4-3 может применяться для мониторинга состояния растительности, отображающейся на таком снимке красным цветом. (Шовенгердт, 2010). Светлые тона – травянистая, кустарниковая растительность, а тёмные тона – древесная (рис. 36).



Рис. 36 Комбинация каналов 5-4-3, г. Тольятти

Комбинация каналов 7-5-3 показывает города в фиолетовом, растительность – в ярком зелёном, гидрографические объекты – в синих, а открытые почвы – в красном цветах (рис. 37).

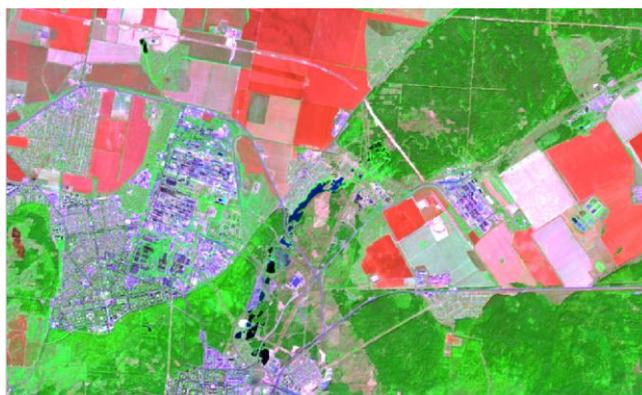


Рис. 37 Комбинация каналов 7-5-3, г. Тольятти

Комбинация каналов 7-6-5 может применяться для анализа состояния атмосферы и текстуры почв. Отчетливо видна растительность, отображаемая в синих цветах (рис. 38).

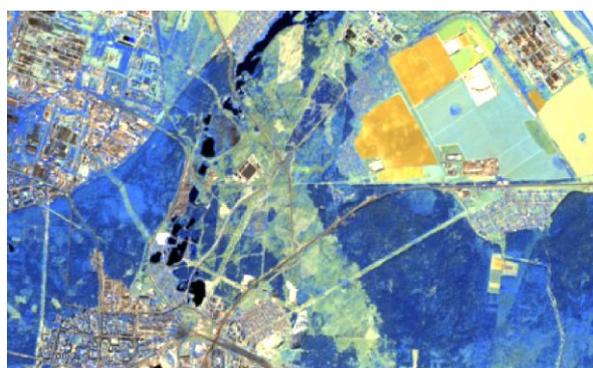


Рис. 38 Комбинация каналов 7-5-3, г. Тольятти

Кроме того, для анализа растительности, обладающей в зависимости от её типа и состояния различными спектральными отражательными способностями, в картографии используются вегетационные индексы. NDVI (нормализованный вегетационный индекс) применяется наиболее часто (Сутырина, 2013). Расчёт производится по формуле (1). Для Landsat-8 ближнее инфракрасное излучение – пятый канал, красное – четвёртый канал.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

На рис. 39 приведено изображение NDVI территории вблизи г. Тольятти. Для лесов характерен зелёный цвет.

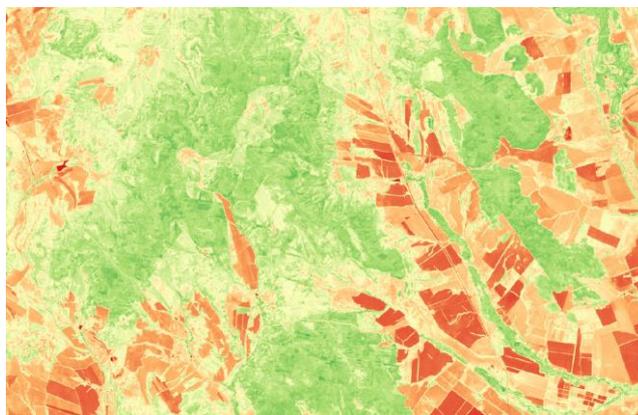


Рис. 39 Изображение NDVI

В целях мониторинга роста городов используется NDBI – нормализованный индекс застройки, позволяющий отображать застроенные территории. Расчёт производится по формуле (2). Для Landsat-8 SWIR1 (коротковолновый инфракрасный диапазон) – 6 канал.

$$NDBI = \frac{SWIR1 - NIR}{SWIR1 + NIR} \quad (2)$$

На рис. 40 представлено изображение NDBI для территории вблизи г. Челябинск.



Рис. 40 Изображение NDBI

Для данных целей также используется UI – индекс городской застройки (рис. 41). В отличие от NDBI, для его расчёта используется канал SWIR2.

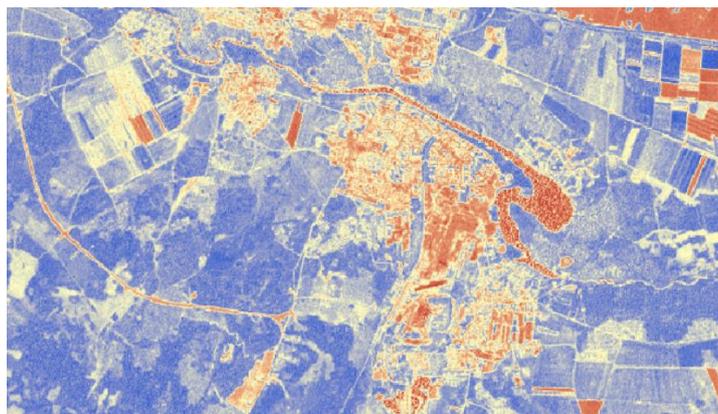


Рис. 41 Изображение UI

$$UI = \frac{SWIR2 - NIR}{SWIR2 + NIR} \quad (2)$$

Данные дистанционного зондирования часто применяются для создания карт типов земель. Так, в работе «Mapping Species Composition of Forests and Tree Plantations in Northeastern Costa Rica with an Integration of Hyperspectral and Multitemporal Landsat Imagery» (Matthew E. Fagan, 2015) оцениваются площади различных территорий: типов сельскохозяйственных угодий, водных объектов, застроенных территорий (рис. 42).

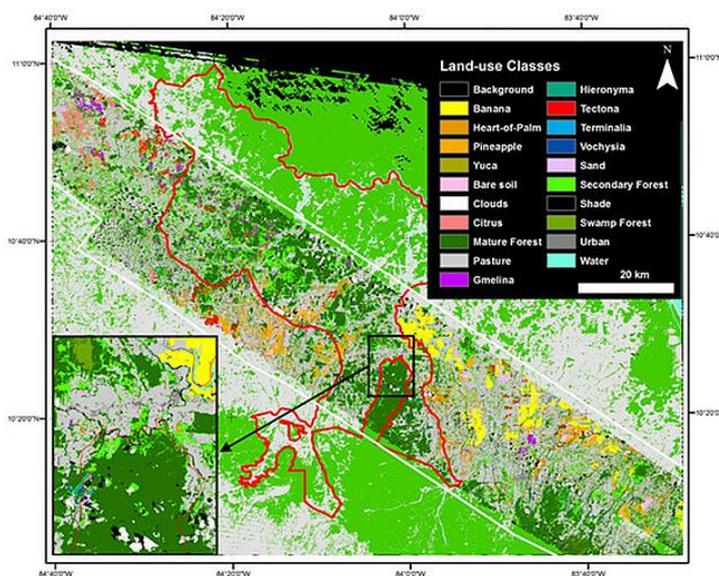


Рис. 42 Пример карты типов землепользования

2.2 Картографирование динамики городов: предшествующий опыт

Данные дистанционного зондирования в настоящее время широко применяются в картографии, в том числе для создания карт городских территорий. Так, в работе «Assessment of urbanization-induced ecological risks in an area with significant ecosystem services based on land use/cover change scenarios» (Jiangfu Liao, 2017) проводился анализ изменения разных типов поверхности в городе Сямынь с 1990 по 2010 гг. Более того, была создана карта предполагаемого развития городских территорий в 2013 г. Также на всех картах представлены водные, луговые, лесные территории, пляжи и поля (рис. 43).

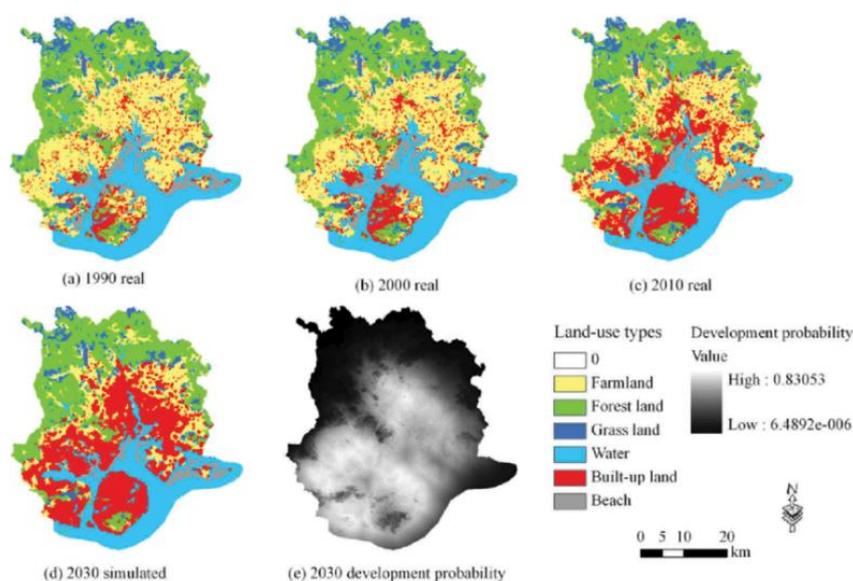


Рис. 43 Изменение территорий г. Сямынь

Ещё одним примером может стать работа «Challenges and Sustainability Dynamics of Urban Agriculture in the Savannah Ecological Zone of Ghana: A Study of Bolgatanga Municipality» (Elias Danyi Kuusaana, 2002), в которой анализируется динамика застроенных территорий и территорий, используемых для сельского хозяйства. Авторы использовали Landsat 4, 5, 8 для составления карт и расчёта изменения площадей исследуемых территорий. Ниже представлены карты для 1988, 1998 и 2016 гг. (рис. 44)

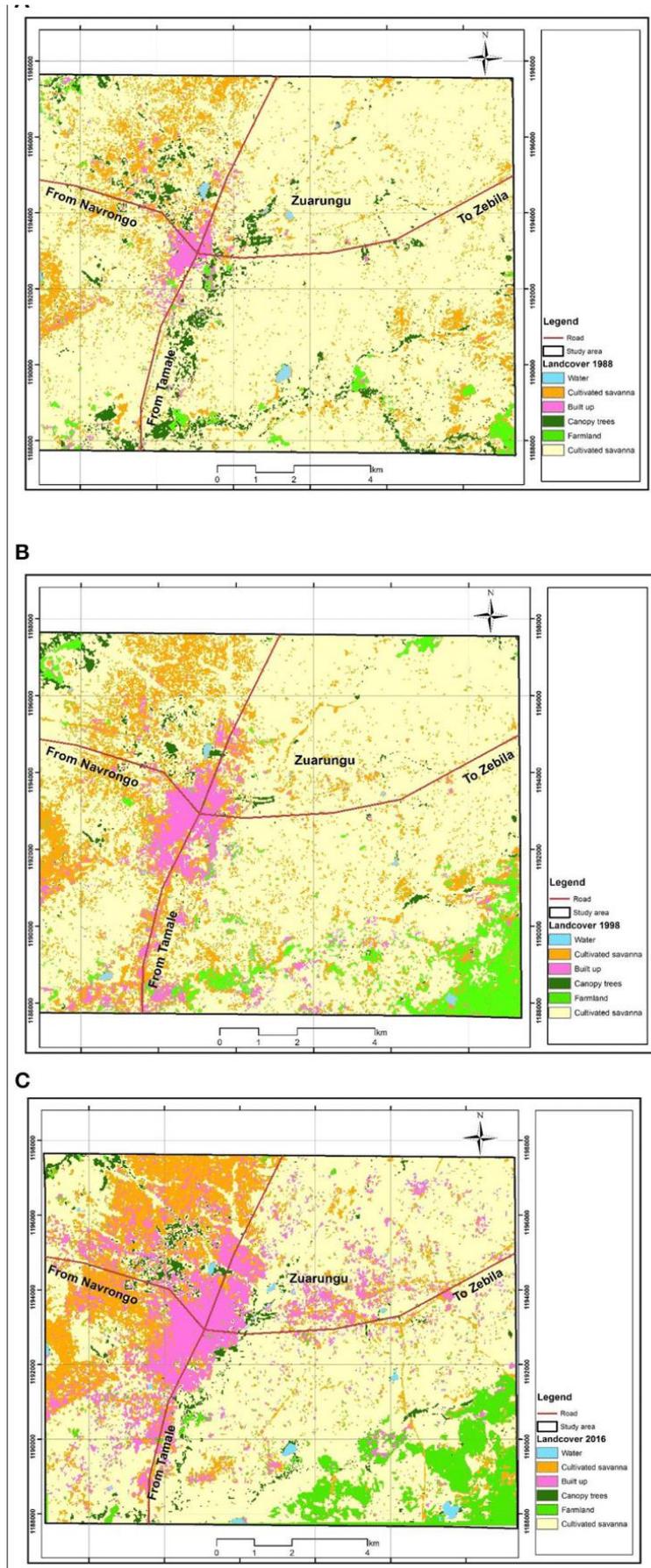


Рис. 44 Изменение территорий муниципалитета Болгатанга, Гана

В работе «Mapping Time-Space Brickfield Development Dynamics in Peri-Urban Area of Dhaka, Bangladesh» (Mohammad Mehedy Hassan, 2019) исследуется динамика центров производства кирпича в Бангладеше. Так как данная производственная отрасль развивается преимущественно на периферии городов и посёлков, изучая данную проблему, можно судить не только о развитии промышленности и увеличении негативного воздействия на окружающую среду, но и о росте городских территорий. Авторы сравнивали 1990, 1995, 2005 и 2015 гг. Рост кирпичного производства оказался значительным (рис. 45).

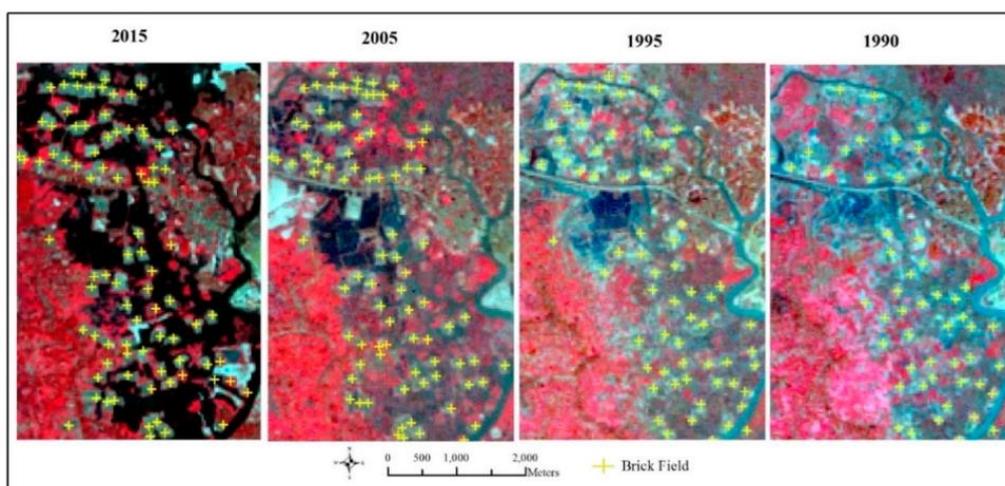


Рис. 45 Рост центров производства кирпича, Бангладеш

В работе «Evaluating landscape changing due to urbanization using remote sensing data: A case study of Shijiazhuang, China» (Yusheng Shi, 2017) были проанализированы изменения города Шицзячжуан. Оценивалось изменение не только городской застройки, но и водных объектов, полей, садов, луговой растительности. Для составления карт использовались данные Landsat на 1987 (рис. 46) и 2001 гг. (рис. 47)

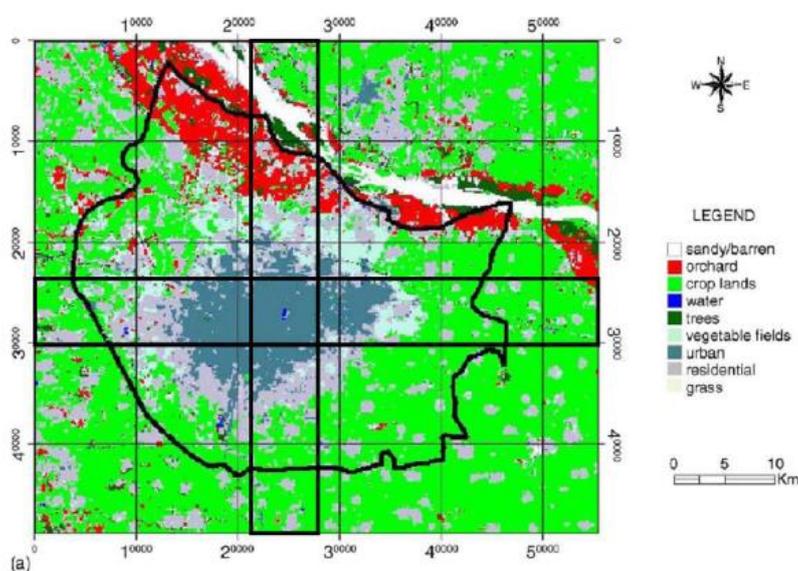


Рис. 46 Территория города в 1987 г.

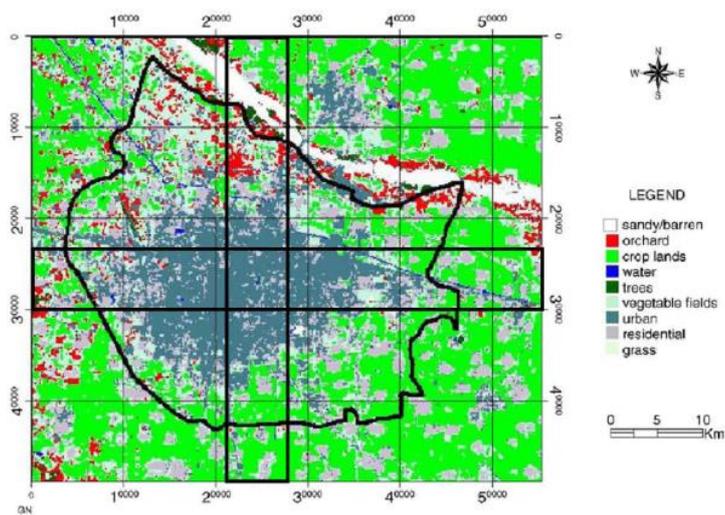


Рис. 47 Территория города в 2001 г.

В работе «Методы анализа спутниковых изображений для исследования урбанизации и землепользования в период с 1975 по 2015 гг. в г. Самаре» (Бури, 2015) также исследуется проблема роста городской застройки.

Застроенные территории отображены красным цветом, лес и сельскохозяйственные угодья разными оттенками зелёного, вода – синим (рис. 48).

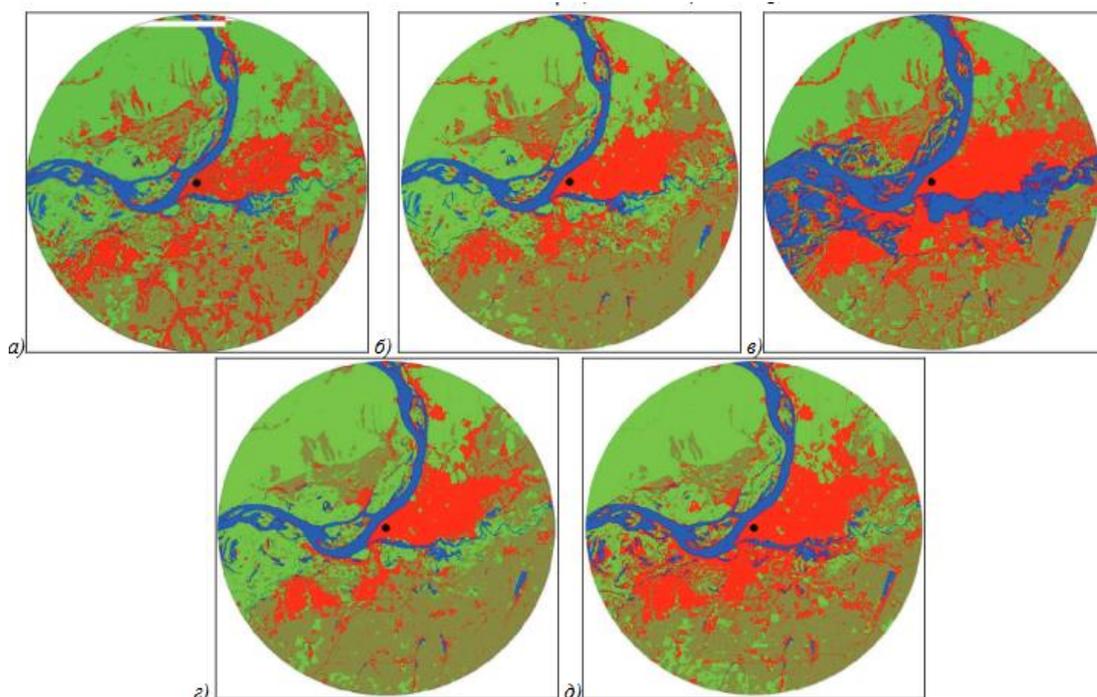


Рис. 48 Территория Самары в 1975 (а), 1985 (б), 1995 (в), 2005 (г). Застроенные территории – красный, лес – зеленый, сельскохозяйственные угодья – зеленый, водные объекты – синий (Бури, 2015)

ГЛАВА 3. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ.

3.1. Общая технология создания визуальных картографических моделей городов

В ходе работы использовалось открытое программное обеспечение QGIS версии 3.14 и ArcGIS версии 10.6.1 для работы с растровыми данными, а также для создания векторных слоёв и их компоновки. Оформление подписей и легенды было произведено в графическом редакторе Adobe Illustrator.

Исходными материалами послужили снимки спутниковых аппаратов Landsat-5, Landsat-7 и Landsat-8. Данные были получены с использованием интернет-ресурса Earthexplorer, принадлежащего Геологической службе США (USGS).

Прежде всего необходимо зарегистрироваться в системе USGS (рис 49). Без этого шага получение снимков невозможно.

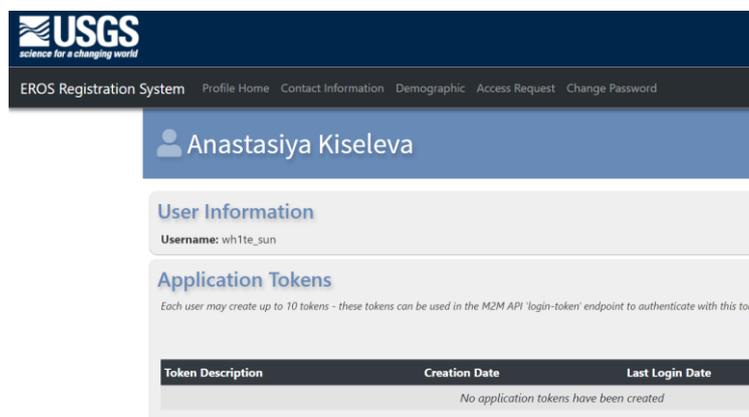


Рис. 49 Страница личного кабинета ресурса EarthExplorer

Далее необходимо было выбрать нужную территорию (рис. 50). На этом этапе также уточняются интересующие нас месяцы – май, июнь, июль, август, сентябрь, а также процент облачности – менее 20.

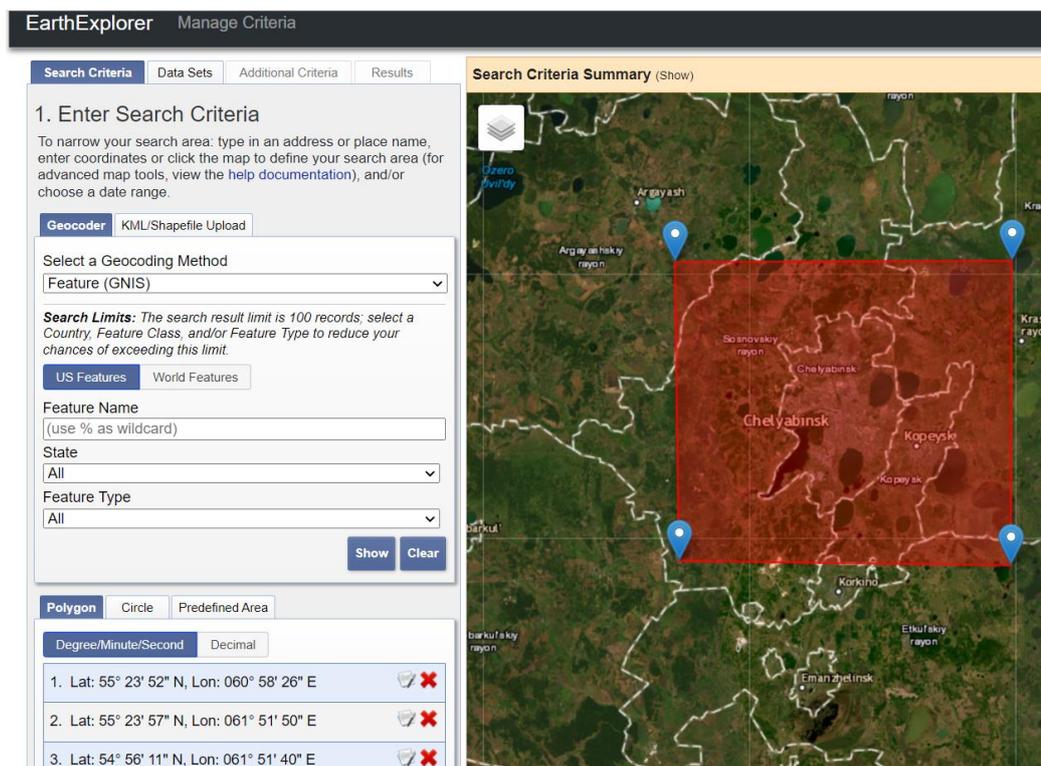


Рис. 50 Окно выбора территории, времени и облачности

Следующий шаг – выбор набора данных. В данном случае – «Landsat Collection 2 Level-1». Также на этом этапе следует выбрать необходимый спутник (рис. 51).

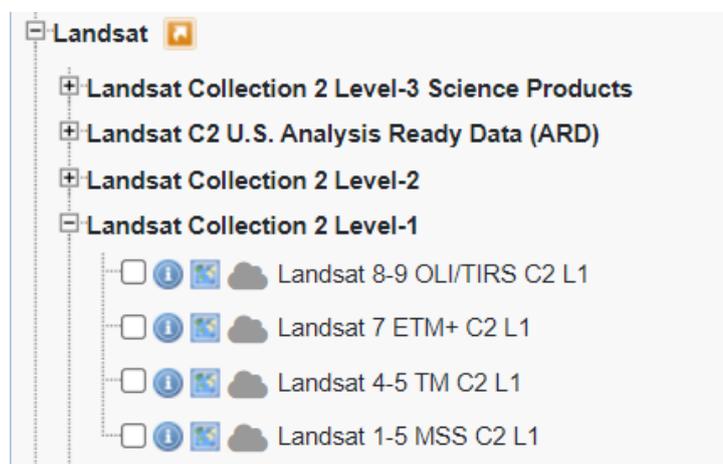


Рис. 51 Выбор набора данных на ресурсе Earthexplorer

В окне «Results» следует добавить снимки на карту. Это необходимо для выбора наилучшего изображения. (рис. 52).

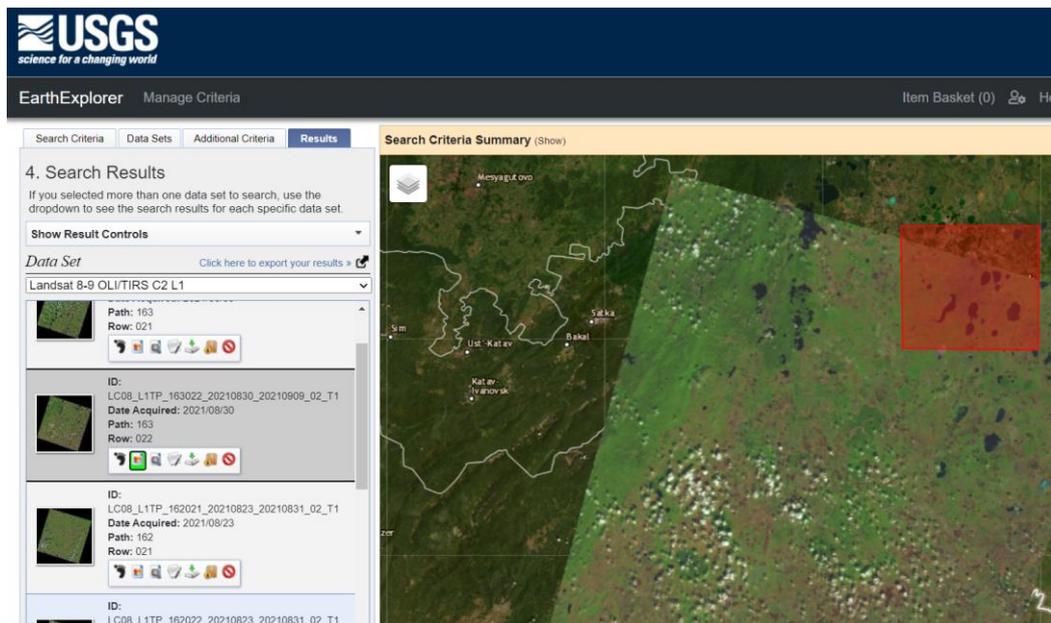


Рис. 52 Окно «Results»

Снимки загружаются при помощи «Download Options» - третьей справа пиктограммы (рис. 53).

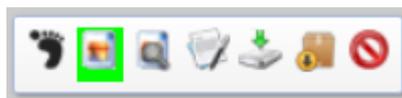


Рис. 53 Загрузка изображений

Далее необходимо открыть снимки в QGIS и произвести их предварительную обработку – радиометрическую калибровку и атмосферную коррекцию. Для этого был использован модуль SCP – semi-automatic classification plugin. В окне Preprocessing необходимо выбрать Landsat, в параметрах – директорию с файлами различных каналов и метаданными (рис. 54). Такая преобработка производилась со всеми данными.

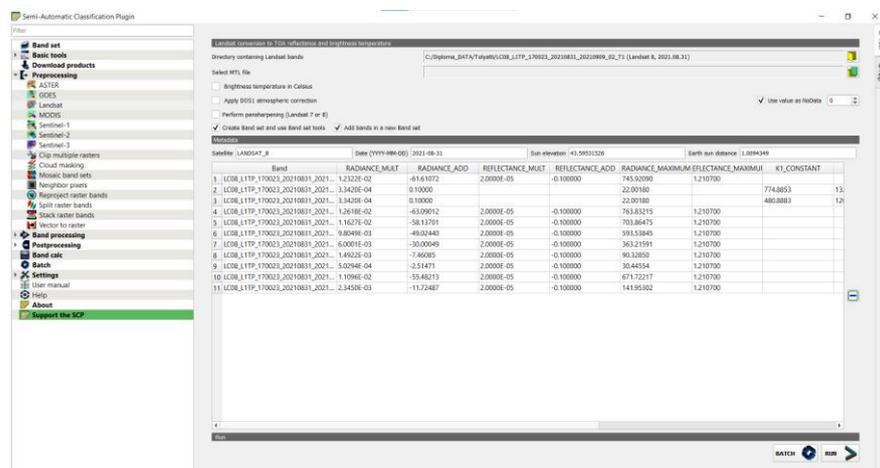


Рис. 54 Модуль SCP

С помощью полученных файлов был рассчитан NDBI – normalized difference built-up index (рис. 55).



Рис. 55 Пример изображения NDBI

Затем с помощью функции «Построить виртуальный растр» создавалось изображение с комбинацией каналов NIR, RED, GREEN, используемое для визуального дешифрирования территорий города. Данное изображение применялось для выявления диапазона значений, соответствующих урбанизированным территориям. Для всех карт индекс был больше -0,1 (в единицах NDBI).

Далее с помощью функции «Калькулятор растров» создавался бинарный растр застроенных территорий, где единице соответствовали городские территории, нулю – все остальные (рис. 56).



Рис. 56 Пример бинарного растра

Для автоматической векторизации использовалась функция «Создание полигонов (растр в вектор)». С помощью инструмента «Извлечь по атрибуту» извлекались только застроенные территории (рис. 57).



Рис. 57 Векторный слой застроенных территорий

Следующим этап - генерализация полученного векторного слоя, так как исходные данные слишком детализированные и недостаточно хорошо читаемые. Для этого с помощью функции «Aggregate Polygons» в ArcGIS маленькие полигоны, лежащие рядом, были объединены в более крупные.

Упрощение и сглаживание границ полигонов производилось с помощью модуля «Cartographic Line Generalisation» (рис. 58).

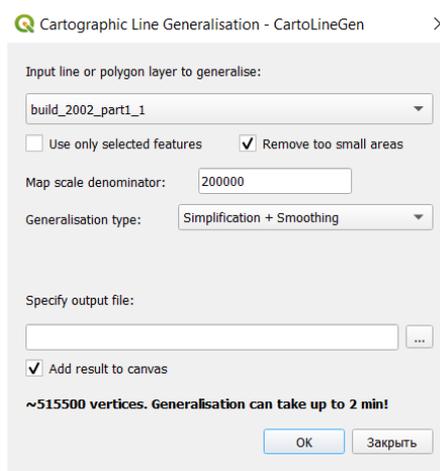


Рис. 58 Модуль «Cartographic Line Generalisation»

Далее с помощью модуля QuickOSM необходимо добавить векторные слои границы города, автомобильных и железных дорог, аэропортов (рис. 59). Так как слои дорог слишком подробные, производилась генерализация.

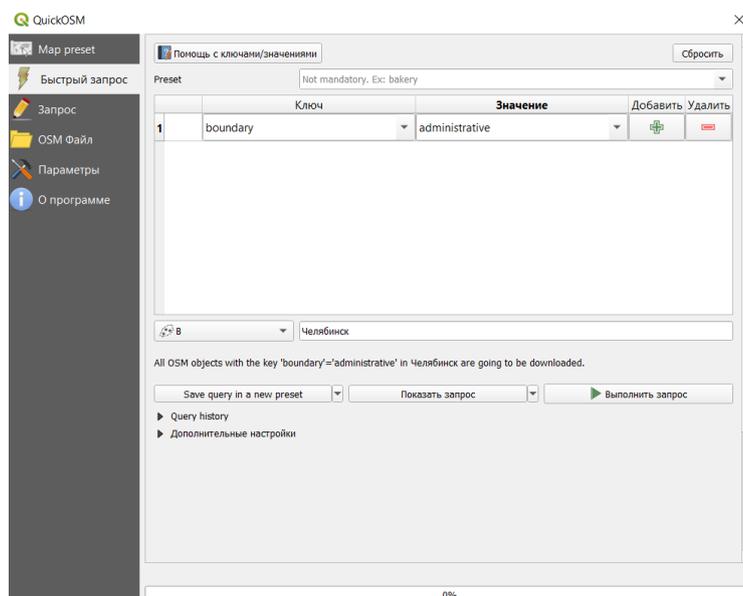
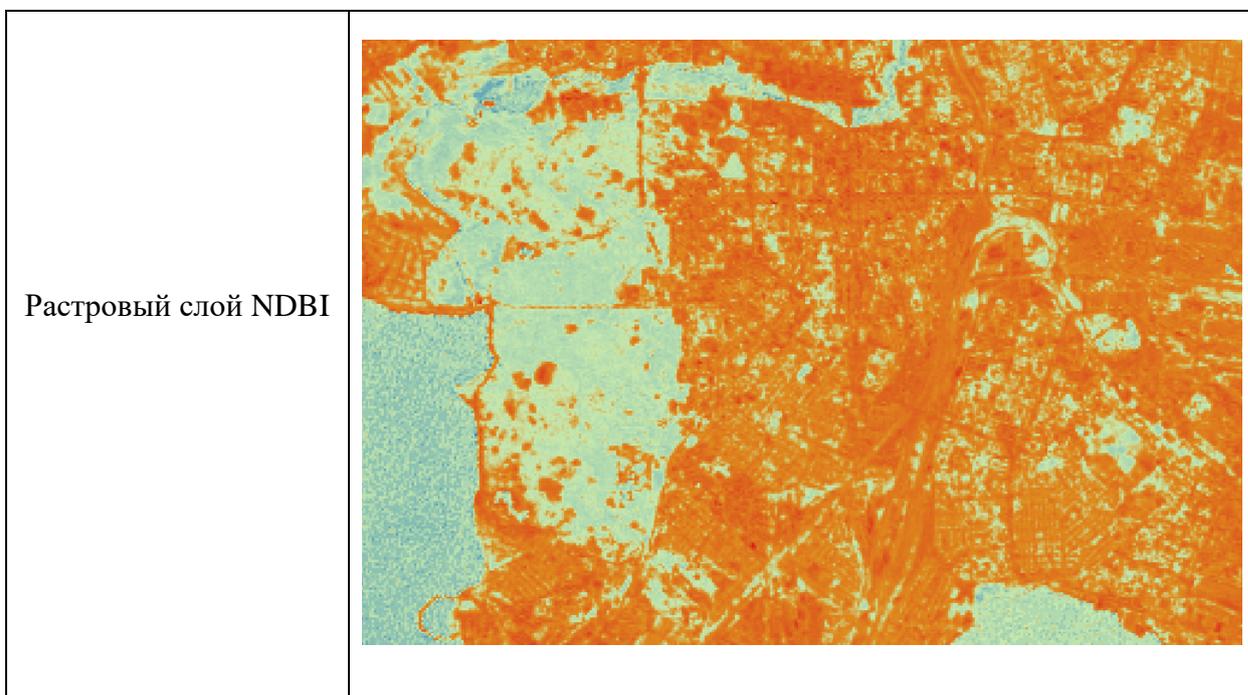
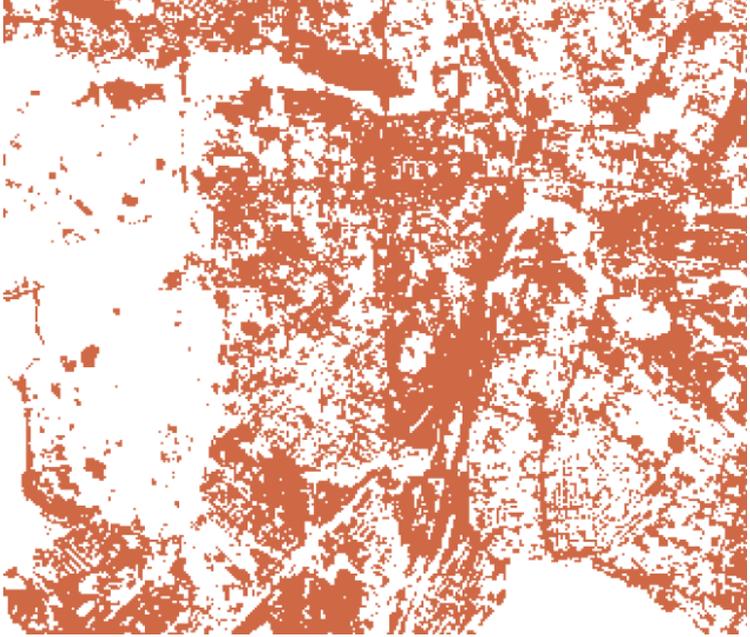


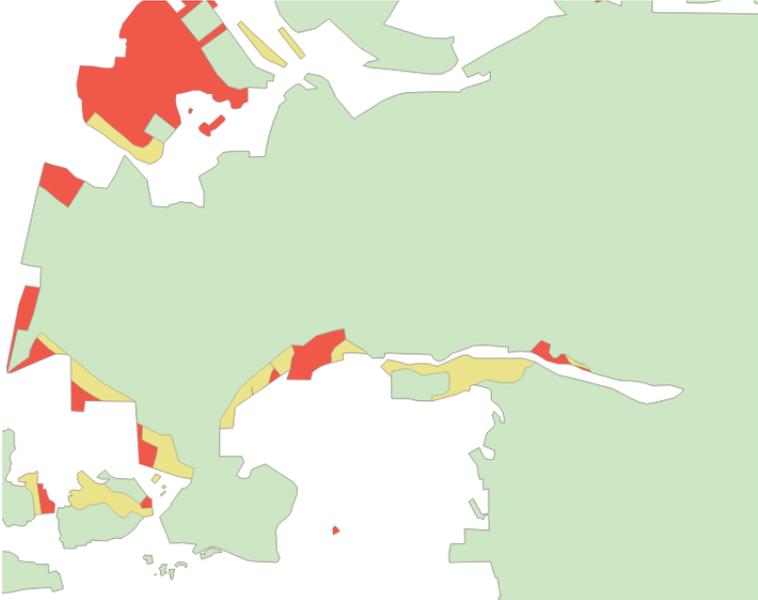
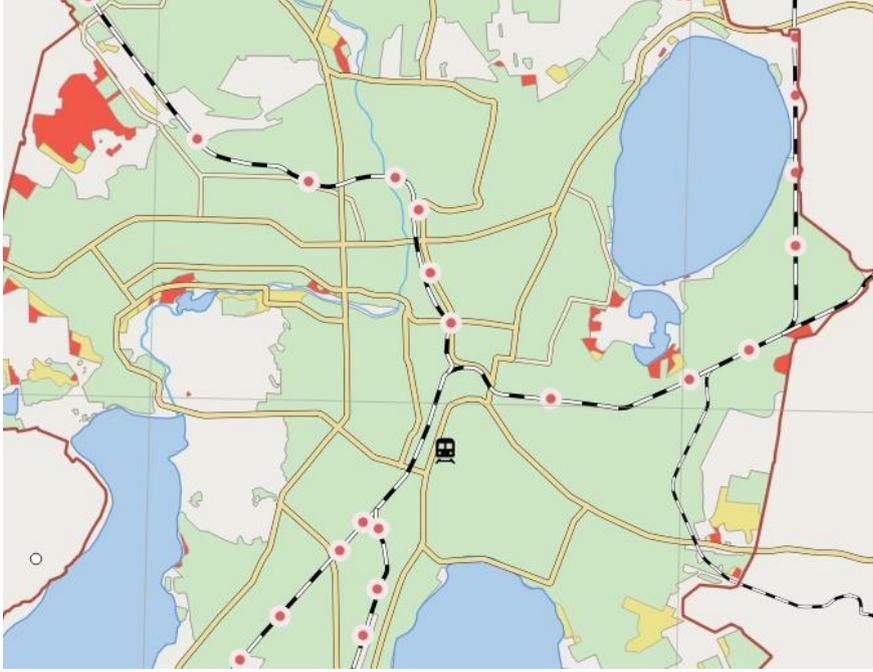
Рис. 59 Модуль «QuickOSM»

3.2. Создание электронной карты г. Челябинск

Этапы составления карты г. Челябинска совпадают с описанными ранее. Однако есть и отличие: для 2002 г. дополнительно использовалась функция Merge, позволяющая создать мозаику, так как выбранная область не покрывалась одним снимком. Ниже приведена полная схема её составления на примере части территории города в 2002 г. Подобная обработка также производилась для 2010 и 2021 гг.



<p>Бинарный растр городских территорий</p>	
<p>Векторный слой до редактирования</p>	
<p>Векторный слой после автоматического редактирования</p>	

<p>Все слои после ручного редактирования</p>	
<p>Итоговая сборка слоёв. Зелёным цветом отображены городские территории в 2002 г., желтым – в 2010 г., красным – в 2021</p>	

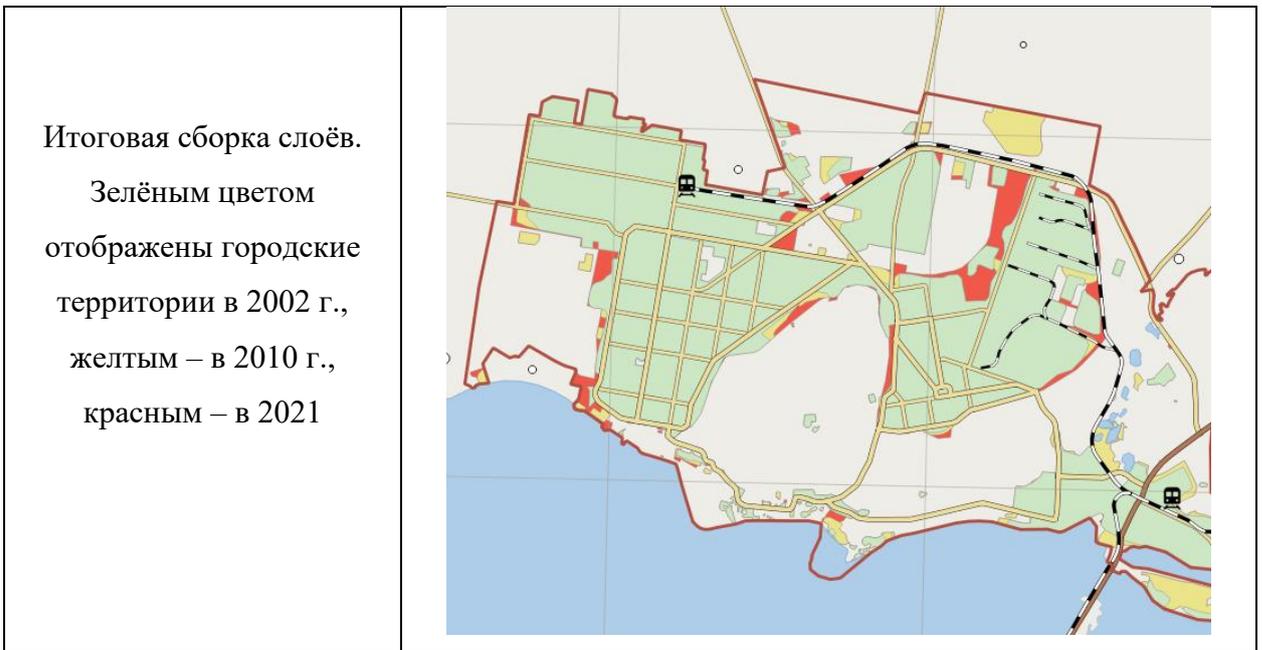
Таб. 4 Технологическая цепочка составления визуальной картографической модели г. Челябинск

3.3. Создание электронной карты г. Тольятти

Ниже приведена схема составления карты г. Тольятти на примере части территории города в 2002 г. Подобная обработка также производилась для 2010 и 2021 г.

<p>Растровый слой NDBI</p>	
<p>Бинарный растр городских территорий</p>	 <p>Активация V...</p>

<p>Векторный слой до редактирования</p>	
<p>Векторный слой после автоматического редактирования</p>	
<p>Все слои после ручного редактирования</p>	



Таб. 5 Технологическая цепочка составления визуальной картографической модели г. Тольятти

3.4. Создание электронной карты г. Нижневартовск

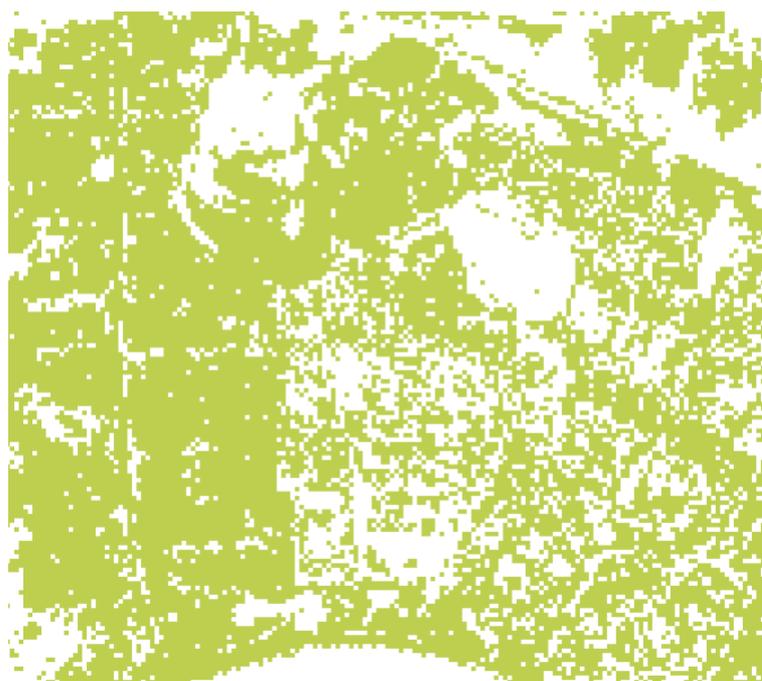
Ниже представлена схема составления карты г. Нижневартовск на примере части территории города в 2021 г. Подобная обработка также производилась для 2002 и 2021 г.

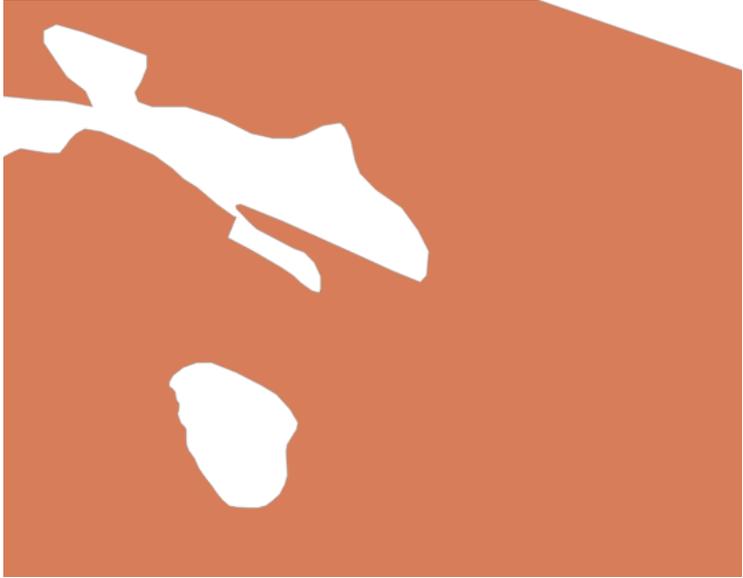
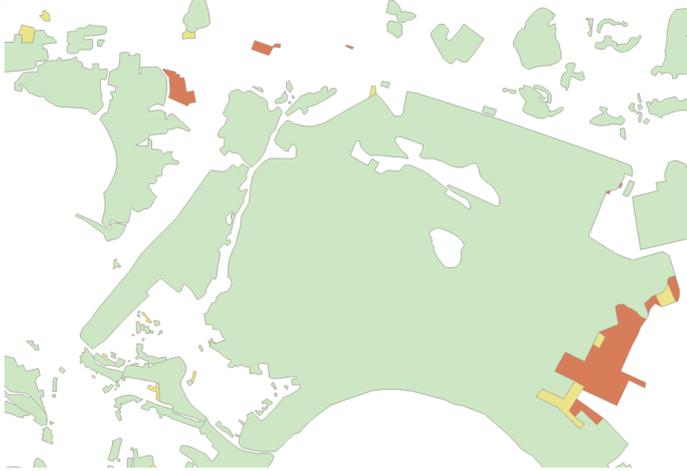


Бинарный растр
городских территорий



Векторный слой до
редактирования



<p>Векторный слой после автоматического редактирования</p>	
<p>Все слои после ручного редактирования</p>	
<p>Итоговая сборка слоёв. Зелёным цветом отображены городские территории в 2002 г., желтым – в 2010 г., красным – в 2021</p>	

Таб. 6 Технологическая цепочка составления визуальной картографической модели г. Нижневартовск

Полученные карты Челябинска, Тольятти и Нижневартовска представлены в Приложениях 1, 2, 3 соответственно.

ГЛАВА 4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКА, ТОЛЬЯТТИ И НИЖНЕВАРТОВСКА ЗА ПЕРИОД 2002-2021 ГГ.

Планировочная структура г. Челябинск включает несколько видов планировочных зон.

Центральная зона (рис.60) представляет собой старейший район города, исторический центр. Располагается в пределах улиц Чайковского, Новомеханической, Худякова, автодороги Меридиан.

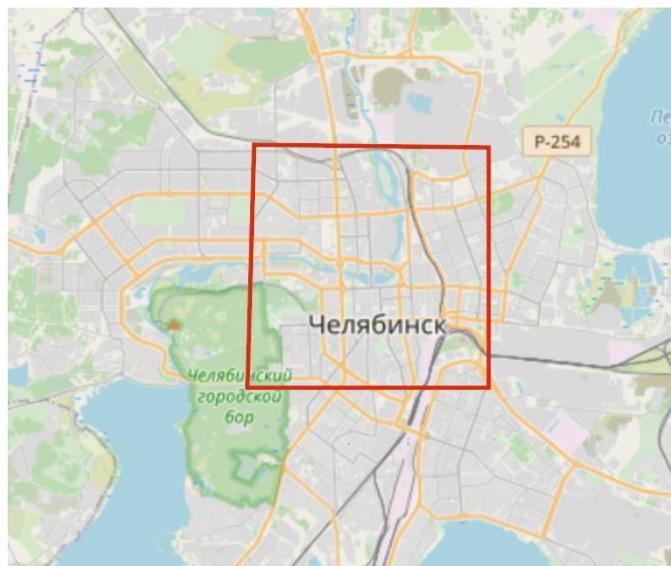


Рис. 60 Центральный район г. Челябинск

Новая застройка в данном районе находится преимущественно у берега реки Миасс (рис. 61). В основном представлена жилыми комплексами, однако есть и единичные дома.



Рис. 61 Фрагмент карты динамики городской застройки г. Челябинск, Центральный район

Вторая планировочная зона состоит из селитебно-производственных районов, где сосредоточена тяжелая индустрия. Включает Южный, Северо-Западный, Металлургический, Ленинский и Тракторозаводский районы.

Для данной планировочной зоны характерно незначительное увеличение застроенных территорий за счёт расширения микрорайонов и садовнических некоммерческих товариществ (СНТ) на окраинах, торговых центров, новых построек на территориях заводов (рис. 62).



Рис. 62 Пример развития второй планировочной зоны, Тракторозаводский район

К третьей планировочной зоне (рис. 63) относятся маленькие самостоятельные посёлки и районы на территории города: Каштак, Береговой, Сосновка, Шагол и др. Примером также может стать микрорайон Парковый, введённый в эксплуатацию в 2021 г.



Рис. 63 Пример развития третьей планировочной зоны, микрорайон Парковый

Кроме того, с помощью инструмента «Добавить атрибуты геометрии» были посчитаны площади застроенных территорий в 2002, 2010 и 2021 гг. Так, в период с 2002 по 2010 гг. Челябинск вырос на 2,94%, а в период с 2010 по 2021 гг. – на 2,66%. Рост с 2002 по 2021 гг. составил приблизительно 5,69%.

Архитектурно-планировочная структура Тольятти сформирована из трёх достаточно обособленных друг от друга районов – Автозаводского, Комсомольского и Центрального.

Для Автозаводского района характерно строительство бизнес-центров, а также торгово-развлекательных центров. Активно строятся новые жилые комплексы (рис. 64).



Рис. 64 Пример развития Автозаводского района, строительство Технопарка «Жигулёвская долина»

Новая застройка в Центральном районе представляет собой преимущественно жилые комплексы и садовые некоммерческие товарищества (рис. 65).

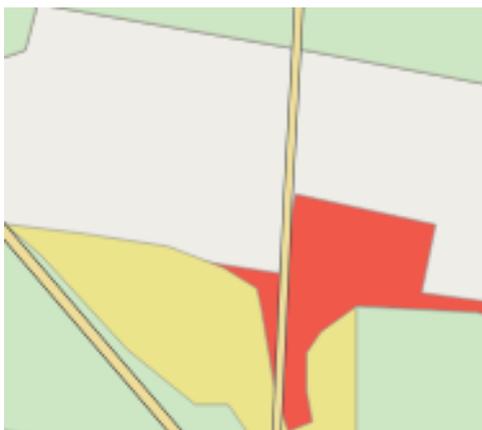


Рис. 65 Пример развития Центрального района, строительство ЖК «Нива» и «Куба»

Для Комсомольского района также характерно строительство новых жилых комплексов на окраинах. Кроме того, именно здесь в сравнении со всем городом строительство садовнических товариществ развивается наиболее активно (рис. 66).



Рис. 66 Пример развития Комсомольского района, строительство СНТ

Далее были рассчитаны площади застроенных территорий в 2002, 2010 и 2021 гг. Так, в период с 2002 по 2010 гг. Тольятти вырос на 10,21%, а в период с 2010 по 2021 гг. – на 5,69%. Рост с 2002 по 2021 гг. составил приблизительно 16,47%.

В Нижневартовске отсутствуют административные районы. Город делится на микрорайоны, кварталы и посёлки. Новые жилые комплексы преимущественно сосредоточены на востоке (рис. 67).



Рис. 67 Нижневартовск, новые микрорайоны

Кроме того, городу свойственно значительное увеличение площади застроенных территорий за счёт расширения садовых товариществ (рис. 68).

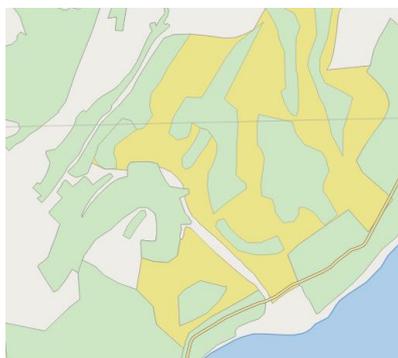


Рис. 68 Нижневартовск, садовые товарищества

В период с 2002 по 2010 гг. Нижневартовск вырос на 6,79%, а в период с 2010 по 2021 гг. – на 2,67%. Рост с 2002 по 2021 гг. составил приблизительно 9,65%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы:

1. Проанализировано понятие города в системе населённых пунктов РФ. Изучены его свойства и различные подходы к классификации населённых пунктов, основанные на численности населения, статусе и экономико-географическом положении.

2. Формализованы исторические аспекты картографирования городов. Изучены основные вехи развития данного направления, описаны ключевые работы. Рассмотрены различные виды карт городов, в т.ч. современные.

3. Структурированы экономические и физико-географические особенности Челябинска, Тольятти и Нижневартовска. Обоснованы критерии выбора объектов исследования: доминирующая отрасль промышленности, время существования населённого пункта, численность населения, климатические условия, архитектурно-планировочная структура.

4. Проанализирована информация о предшествующем опыте картографирования роста городов. Изучены статьи, описывающие исследования динамики застройки с использованием данных дистанционного зондирования. Выбраны наиболее оптимальные методы работы.

5. Созданы визуальные картографические модели Челябинска, Тольятти и Нижневартовска. Описана технологическая цепочка их создания, позволяющая в будущем анализировать территории иных городов.

6. На основе составленных визуальных картографических моделей было рассчитано, что из исследуемых территорий в период с 2002 по 2021 гг. наибольший рост показал г. Тольятти (16%), далее следует г. Нижневартовск (10%). Наименьший рост оказался в Челябинске (6%). Примечательно, что все три города развивались быстрее в период с 2002 по 2010 гг. Так, Нижневартовск в период с 2002 по 2010 гг. вырос на 7%, а с 2010 по 2021 гг. – лишь на 3%. Кроме того, в работе выделены основные особенности развития каждого города, исследована их планировочная структура.

Полученные визуальные картографические модели могут быть полезны для изучения направлений и масштабов динамики застройки не только Челябинска, Тольятти и Нижневартовска, но и других городов. Применяемая в данном исследовании технологическая цепочка позволит администрациям населённых пунктов усовершенствовать стратегическое планирование устойчивого социально-экономического развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багров Л. История русской картографии. М.: Изд-во Центрополиграф, 2021 – 523 с.
2. Баранский Н.Н. Научные принципы географии. М.: Изд-во Мысль, 1980 – 528 с.
3. Бродская Н.А. Экологические проблемы городов. СПб: Изд-во СПбГМТУ, 1998 – 150 с.
4. Бури М.С., Кузнецов А.В., Чодри К.К., Куприянов А.В., Методы анализа спутниковых изображений для исследования урбанизации и землепользования в период с 1975 по 2015 г. в г. Самаре // Компьютерная оптика., 2015. Т.39. №5 – 818-822 с.
5. Валентей Д.И. Демографический энциклопедический словарь. М.: Сов. энцикл., 1985 – 608 с.
6. Губина Н.В. Территориальная организация населения. Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт, 2012 – 148 с.
7. Гынгазов Н. Нижневартовск. Город трёх поколений. Нижневартовск: Изд-во Гранд-Арт, 2007 – 200 с.
8. Иодо И.А. Основы градостроительства. Минск: Изд-во Вышэйшая школа, 1983 – 199 с.
9. Клепиков С.А. Библиография печатных планов города Москвы XV – XIX вв. М.: Государственная ордена Ленина библиотека СССР им. В.И.Ленина, 1956 – 121 с.
10. Лаппо Г.М., География городов. М.: Гуманит. Изд-во ВЛАДОС, 1997 – 480 с.
11. Лысова С.И. Географические особенности формирования города Тольятти. Тольятти: Тольяттинская академия управления, 2004 – 158 с.
12. Морозова Т.Г. Городское хозяйство. М.: Изд-во Вузовский учебник, 2017 – 361 с.
13. Перцик Е.Н., Геоурбанистика. М.: Изд-во Академия, 2009 – 430 с.
14. Поливанов С.Н. Челябинск. Градостроительство вчера, сегодня, завтра. Челябинск: Изд-во Южно-Уральское, 1986 – 146 с.
15. Прохорова Е.А. Социально-экономические карты: учебное пособие. М.: Изд-во Добросвет, 2018 – 424 с.
16. Прохоров А.М. Большая Советская энциклопедия в 30 томах//Т. 8. М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1969 – 600 с.
17. Рыбаков Б.А. Русские карты Московии XV - начала XVI в. М.: Изд-во Наука, 1974 – 112 с.
18. Самардак А.С. Геоинформационные системы. Владивосток: Тихоокеанский институт дистанционного образования и технологий, 2005 – 124 с.

19. Самуэльсон Л. Танкоград. Секреты русского тыла 1917-1953 гг. М.: РОССПЭН, 2010 – 376 с.
20. Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование Земли. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013 – 165 с.
21. Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М.: Техносфера, 2008 – 312 с.
22. Шихов А.Н. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения. Пермь: Пермский государственный национальный университет, 2020 – 189 с.
23. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Изд-во Техносфера, 2010 – 560 с.
24. Dempsey N. Revisiting the Compact City, 2010 – 4 с.
25. Elias Danyi Kuusaana. Challenges and Sustainability Dynamics of Urban Agriculture in the Savannah Ecological Zone of Ghana: A Study of Bolgatanga Municipality // Frontiers in Sustainable Food Systems, 2022 – 19 с.
26. Jiangfu Liao. Assessment of urbanization-induced ecological risks in an area with significant ecosystem services based on land use/cover change scenarios. Dallas: International Journal of Geo-Information, 2017 – 10 с.
27. Matthew E. Fagan. Mapping Species Composition of Forests and Tree Plantations in Northeastern Costa Rica with an Integration of Hyperspectral and Multitemporal Landsat Imagery // Remote Sensing, MDPI, 2015, T.7 – 5660 – 5696 с.
28. Mohammad Mehedy Hassan. Mapping Time-Space Brickfield Development Dynamics in Peri-Urban Area of Dhaka, Bangladesh. Dallas: International Journal of Geo-Information, 2019 – 17 с.
29. Shi Y., Xiao J., Evaluating Landscape Changing due to Urbanization Using Remote Sensing Data: A Case Study of Shijiazhuang, China // 2008 International Workshop on Education Technology and Training & 2008 International Workshop on Geoscience and Remote Sensing, 2008, С. 559-562.

Электронные источники:

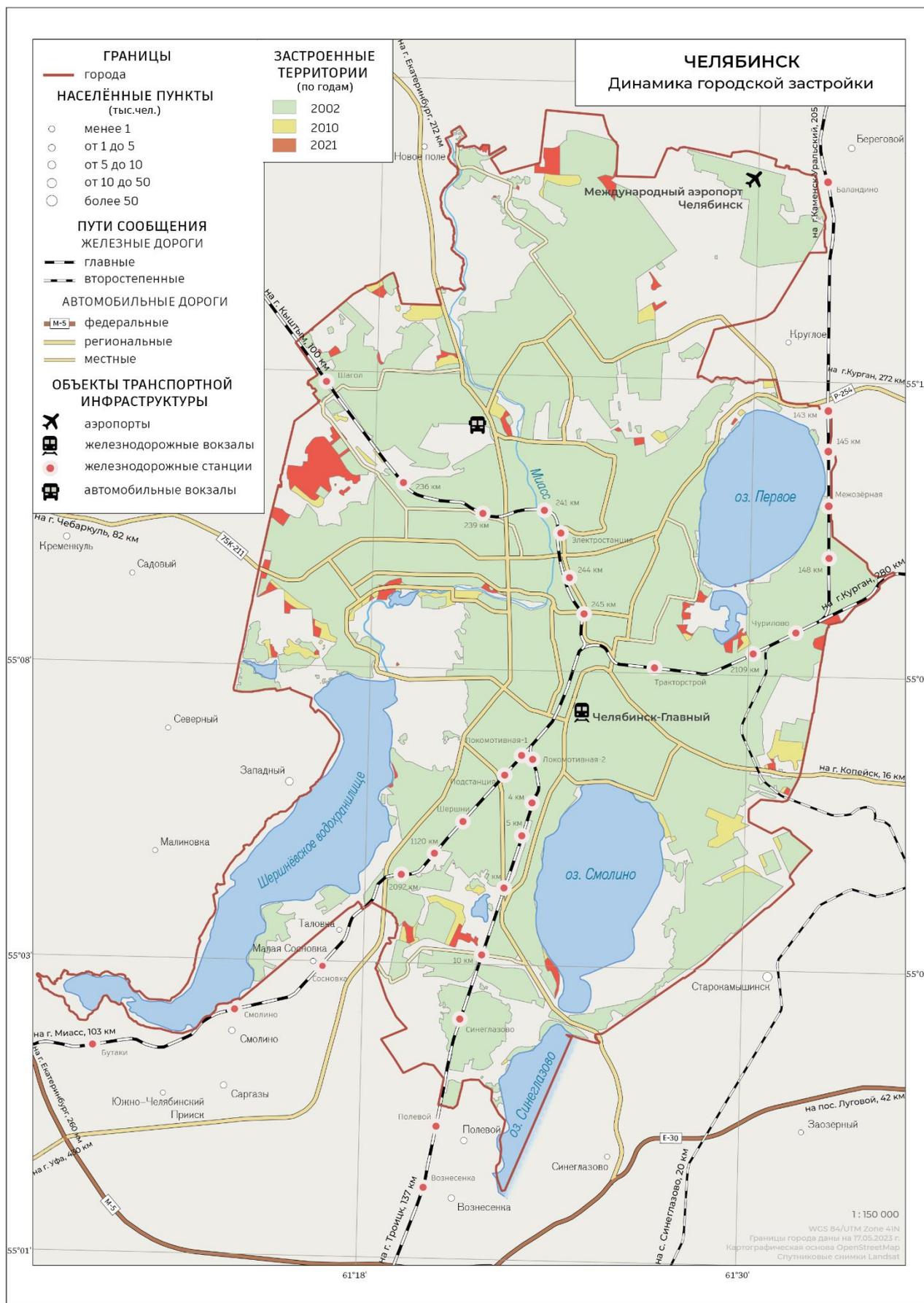
30. https://www.n-vartovsk.ru/authorities/town_adm – Администрация Нижневартовска
31. <https://www.sandiego.gov> – Администрация Сан-Диего
32. <https://tgl.ru> – Администрация Тольятти
33. <https://cheladmin.ru> – Администрация Челябинска
34. <https://showdata.gks.ru> - Витрина статистических данных (Росстат)

35. https://rosstat.gov.ru/vpn_popul - Всероссийская перепись населения 2021 г.
36. <https://www.usgs.gov> – Геологическая служба США, 8 февраля 2023
37. <http://urbanica.spb.ru> – Институт территориального планирования "Урбаника"
38. <https://www.copernicus.eu/en> - Космическая программа Коперник
39. <https://esri.com> – Официальный сайт ERSI
40. <https://qgis.org> – Официальный сайт QGIS
41. garant.ru – Справочно-правовая система по законодательству РФ
42. <https://fgistp.economy.gov.ru/> - ФГИС ТП
43. <https://gis-lab.info/> - Gislab
44. <https://unsplash.com> – Unsplash, 20 марта 2023

Картографические источники:

45. Атлас Лондона, 1968
46. Атлас планирования Западного Берлина, 1962
47. Атлас Парижа и Парижского региона, 1967
48. Браун Г. Атлас городов земного мира, 1572-1617
49. Браун Г. Атлас городов земного мира. План Хельсингборга , 1588
50. Большой чертёж всему Московскому государству, 1552
51. Буондельмонти К. Карта Константинополя, 1422
52. Герберштейн С. План Москвы, 1556
53. Карта функциональных зон г. Краснодар, 2020
54. Карта эвакуации при угрозе цунами, Сан-Диего, 2014
55. Первая туристическая карта Москвы на китайском языке, 2015
56. План Москвы, 1497
57. Подробный план столичного города Санкт-Петербурга, 1828
58. Сигизмундов план Москвы, 1610
59. Хотев А. Атлас столичного города Москвы, 1853
60. Шедель. Нюрнбергская хроника, 1493
61. Шедель. Нюрнбергская хроника. Карта мира, 1493
62. Якопо Де Барбари, Карта Венеции, 1500

Приложение №1. Челябинск. Динамика городской застройки.



Приложение №3. Нижневартовск. Динамика городской застройки.

