

Санкт-Петербургский государственный университет

ГНЕВАШЕВ Федор Александрович

Выпускная квалификационная работа

Создание серии электронных карт урбанизированных территорий с использованием данных дистанционного зондирования (на примере стран Азиатско-Тихоокеанского региона)

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

2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. УРБАНИЗАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА КАРТАХ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ	5
1.1 Понятие урбанизации. Исторические предпосылки её возникновения и трансформации	5
1.2 Города и процессы геоурбанистики на картах. Обзор литературных источников ..	14
ГЛАВА 2. АЗИАТКО-ТИХООКЕАНСКИЙ РЕГИОН: ГЕОГРАФИЯ, СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОЦЕССЫ УРБАНИЗАЦИИ	22
2.1 Физико-географическое описание Азиатско-Тихоокеанского региона	22
2.2 Социально-экономическое развитие	25
2.3 Процессы урбанизации в странах АТР	27
ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В КАРТОГРАФИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ УРБАНИЗАЦИИ	31
ГЛАВА 4. СОЗДАНИЕ СЕРИИ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КНР, МАЛАЙЗИИ, НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ	41
4.1 Физико-географическое и экономическое состояние объектов исследования	41
4.2 Общая технология создания карт урбанизированных территорий	45
4.3 Создание электронной карты урбанизированных территорий г. Пекин и окрестностей	51
4.4 Создание электронной карты урбанизированных территорий г. Куала-Лумпур и окрестностей	53
4.5 Создание электронной карты урбанизированных территорий г. Окленд	56
ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ СТРАН КНР, МАЛАЙЗИИ И НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	64
Приложение 1: Карта урбанизированных территорий г. Пекин и окрестностей	67
Приложение 2: Карта урбанизированных территорий г. Куала-Лумпур и окрестностей	68
Приложение 3: Карта урбанизированных территорий г. Окленд	69

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время процессы урбанизации играют колоссальную роль в жизни общества. По всей планете города появляются, растут, изменяются, что оказывает большое влияние на мировую экономику, значительные ресурсы которой сосредоточены в крупных населенных пунктах, которые с давних пор являются местом концентрации людей, а вместе с ними и важных производственных, политических, социальных функций. Исследование процессов урбанизации позволяет получить больше возможностей для планирования будущих направлений развития, рационального использования ресурсов и территории, налаживания людского быта. Особенно это актуально для Азиатско-Тихоокеанского региона, где сосредоточены крупнейшие города мира и с которым наше государство старается активно сотрудничать. Для наиболее наглядного представления и последующего изучения целесообразно картографировать процессы урбанизации, что может позволить более точно прогнозировать будущие изменения и дает базу для проектирования. Такие карты будут полезны административному аппарату городов и коммерческим организациям, которые занимаются планированием территории.

В создании подобных карт большим подспорьем являются данные дистанционного зондирования Земли, на основе которых находясь в любой точке земного шара можно проводить эффективное изучение и построение картографических моделей удаленных территорий, что уменьшает экономические издержки и время, затраченное на подобное изучение с использованием иных способов.

Объект исследования – урбанизированные территории Азиатско-Тихоокеанского региона.

Предмет исследования – применение данных дистанционного зондирования в целях картографирования процессов урбанизации.

Целью исследования является создание серии электронных карт, отражающих изменения урбанизированных территорий некоторых репрезентативных частей Азиатско-Тихоокеанского региона и исследование процессов урбанизации, происходящих на них.

Для выполнения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) Изучить теоретические и исторические аспекты процессов урбанизации;
- 2) Изучить теоретические и исторические аспекты картографирования городских территорий;

- 3) Исследовать характерные географические и экономические особенности Азиатско-Тихоокеанского региона;
- 4) Изучить опыт использования данных дистанционного зондирования для картографирования урбанизированных территорий, а также выбрать наиболее подходящие способы обработки этих данных и их представления;
- 5) Создать электронные картографические модели, отражающие изменения урбанизированных территорий;
- 6) На основе составленных карт выявить и изучить особенности развития, характерные для исследуемых городских территорий.

При выполнении работы использовалось программное обеспечение QGIS версий 3.8.3 и 3.24.1, ArcGIS 10.4.1, Inkscape 1.1.1. В качестве исходных использовались данные, полученные спутниковыми аппаратами Landsat и свободно распространяемые для научных и учебных целей Геологической службой США (USGS). Кроме того, для создания некоторых слоев карты в качестве основы использовались данные Open Street Map.

ГЛАВА 1. УРБАНИЗАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА КАРТАХ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ.

1.1 Понятие урбанизации. Исторические предпосылки её возникновения и трансформации.

С древнейших времен города играют значительную роль в жизни общества. Являясь политическими и экономическими центрами, такие поселения привлекали значительные массы активных людей желающих улучшить свое положение и реализовать себя. Особенно это применимо к городам, удобно расположенным на пересечении основных торговых путей. В наши дни важнейшая роль городов в жизни общества продолжает сохраняться. Масштабы самих городов, их систем и связей друг с другом достигают колоссальных размеров. Управление потоками миграции, ростом городов, транспортной и социальной инфраструктурой играет все более значительную роль. Все вышеперечисленное является составляющими элементами урбанизации – «исторического процесса 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..., 1985).

Таким образом урбанизация – крайне разносторонний процесс, который включает в себя социальные, экономические и культурные аспекты, что накладывает дополнительную сложность на изучение и направленную контролируруемую организацию данного процесса.

В современных процессах урбанизации можно выделить две важных составляющих. С одной стороны, это выход города за свои изначальные границы, то есть формирование более сложных систем агломераций, мегаполисов, урбанизированных районов. С другой стороны, влияние города непосредственно на человека, формирование городского общества, для которого становится характерно большее разнообразие потребностей, рост требований к качеству, образование новых систем ценностей и т.д.

В настоящее время исследование процессов урбанизации играет колоссальную роль. На начало XXI в. темпы роста городов оценивались в 0,6-0,8% в развитых странах и около 3,5% в развивающихся, что является достаточно сильным ростом. Уплотнение и расширение городских территорий влечет за собой различные проблемы. Среди них загрязнение окружающей среды, сложности с обеспечением пропитания больших масс людей, необходимость в мощной транспортной инфраструктуре и более совершенных подходах к городскому проектированию. (Соболева, 2012)

Характерные свойства города замечательно выделил Г.М. Лаппо. Так, подобным населенным пунктам присуща урбанистическая концентрация – совокупность различных объектов, видов деятельности и связанного с ними населения на ограниченной территории. Эта особенность отражает более высокую плотность общества в городе относительно деревни и, соответственно, большие возможности для контактов. Плотность, провоцирует формирование ещё одной черты города – динамизма (Лаппо, 1997). Возможность тесного общения позволяет с большой скоростью распространять информацию, что делает жизнь в городе более прогрессивной и изменчивой. Кроме того, в городе взаимодействуют люди различных слоев, интересов, что дает возможности для производства различных товаров и услуг. Это отражает город как многофункциональную систему, которая позволяет комбинировать различные сферы жизни общества и с большой вероятностью может привести к прогрессу.

Также стоит отметить, что города являются отражением истории. Как правило, различные периоды в жизни населенного пункта отражаются в застройке, оформлении улиц, то есть в тех вещах, которые могут существовать долгое время. Таким образом, друг на друга наслаиваются различные исторические стили, создающие отличительные особенности города и, по сути, делающие его памятником культуры.



Рис.1. Древний Аргос (Цивилизации мира, 2022)

Одни из первых в истории городов возникли более 5 тысяч лет назад. Они основывались неподалеку от крупных рек Месопотамии, Индии, Египта, Китая. Поселения на территории одного из древнейших городов в мире, Дамаска, существовали ещё в 8 тысячелетии до н.э. Первые же упоминания о самой столице нынешней Сирии относятся к 16 веку до н.э. Кроме того, своими древними поселениями выделялась

Греция. Так Аргос считают наиболее ранним постоянно населенным городом Европы (Рис.1). Первые сообщества на его территории относят к 7 тыс. до н.э., а крупным центром он стал в середине 2 тыс. до н.э. (Цивилизации мира, 2022)

Предыстория появления первых городов начинается с того момента, когда первые сообщества людей начали вести оседлый образ жизни. Во многом этому способствовало развитие земледелия, что позволяло людям слишком часто не менять свое место жительства в поисках пропитания и лучших условий. Со временем, некоторые поселения наиболее удобно расположенные разрастались, так как в них стягивались люди из других менее удачных мест. С развитием торговли и ремесел поселения стали образовываться на местах стоянок торговых караванов, в местах пересечения торговых путей. Со временем, крупные города становились центрами близлежащих территорий тем самым беря на себя и политические функции по управлению окружающими территориями. Нередко возникала необходимость в укреплении города для обороны на случай войн. На начальных этапах возводились частоколы, деревянные стены, валы. В более позднее время для крупных поселений возводились каменные стены, причем с разрастанием города возводились новые периметры, тем самым определяя кольцевую структуру города. С развитием экономики городов росло и число желающих переселиться в них. Начавшись в давние времена, этот процесс имеет место и в наше время. С поколениями, проживающие в городе теряли связь с родными местами. Под влиянием этого образовывалась своеобразная городская культура, значительно отличающаяся от культуры сельских поселений, отражающая более передовые веяния в экономике и политике.

Городская жизнь, в отличие от жизни деревни, регулировалась письменными законами, а не принятыми в деревне обычаями. Центром жизни большого поселения являлся рынок, куда привозили продукты деревенские и выставляли на продажу свой товар ремесленники. Впоследствии, в городах появлялось все больше и больше профессий. Часть ремесел распадалась на несколько отдельных занятий. (Перцик, 1991)

Представить историческое развитие города как явление можно в виде нескольких стадий. На ранних этапах развития это город-крепость примитивных государств, появлялись которые около 3 тыс. до н.э. К их характерным особенностям можно отнести: небольшую продолжительность существования, относительно небольшие размеры, преобладание количественного хозяйства над качественным, которому во многом способствовало процветание рабовладения. Такие поселения выполняли функции военных резиденций правителей и несли минимум экономических функций. В более позднее время выделяется тип античного города, характерного для

периода переноса географии мировой цивилизации к бассейну Средиземного моря. На (рис.2) показан план Афин V в. до н.э., отражающий общие черты устройства города того времени. В таких поселениях усиливаются процессы дифференциации труда, выделяются новые ремесла, идет развитие торговли. Благодаря этим факторам происходит усложнение социального состава. Город, продолжая нести военно-административные функции, становится центром духовной жизни. В период раннего средневековья экономическая роль такого типа населенного пункта падает, так на это время приходится период похолодания, вызвавший снижение урожайности и, как следствие, ухудшение возможностей для обеспечения пропитанием масс людей в городах. Кроме того, на города сильно влияли эпидемии, вызванные большей, чем в деревне, плотностью и, характерной для средневековья, антисанитарией. Таким образом происходит процесс дезурбанизации – переселения людей в сельскую местность. В итоге, города как экономические центры сохранили свою роль в основном в городах Средиземноморья. (Перцик, 1991)



Рис.2. План Афин V в. до н.э. (InLiberty, 2022)

Для более позднего средневековья (XI-XV вв.) характерно улучшение климата, развитие агротехники и, как следствие, улучшение возможностей для городов в плане обеспечения населения пищей, что явилось предпосылкой для массового их роста. Кроме того, росло и общее население, которое к середине XIV в. в Европе оценивается в 184 млн. человек. В XI в. в северной части Италии формируется новый тип организации общества – коммуна, представляющий из себя город-государство. Период XIV-XV вв. ознаменовался социальным расслоением в городском обществе. Из зажиточных горожан формировался класс бюргерства – тех, кто обладал достаточными средствами регулярно

выплачивать взносы и большие городские и государственные налоги. Таким образом, это сословие стало основой для будущей Европейской буржуазии. Кроме того, в период средневековья для горожан стала более значимой характерной чертой спешка. Отчасти, это связано с ускорением темпа жизни города, относительно деревни, но ещё одним фактом стало появление с XIII в. механических часов на городских башнях, что давало возможность более тщательно контролировать и распределять свое время. (Погребинская, 2021)

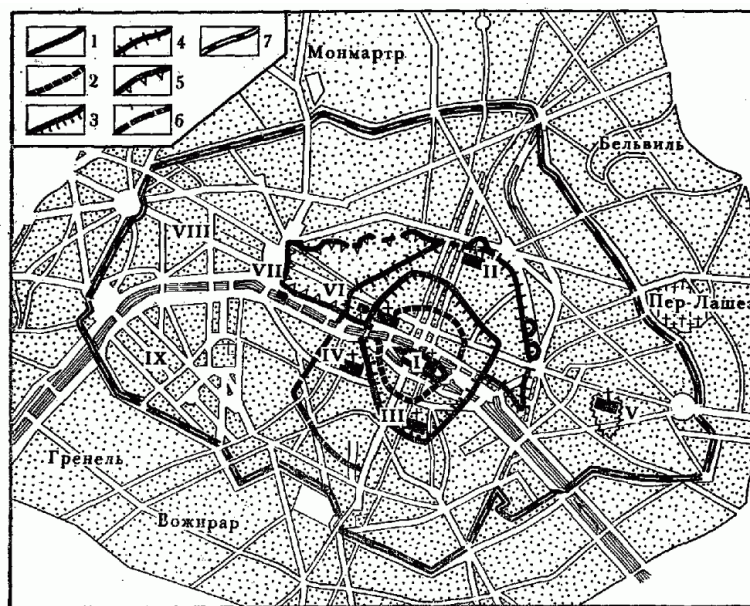


Рис.3. План Парижа XVIII в. (Историческая библиотека, 2022)

К началу нового времени средневековый тип города становился более несостоятельным на фоне развития в научной и экономической сферах. Так, к примеру, гильдиям, которые играли важную роль в средневековом городе, часто был невыгоден технический прогресс, так как он мог стать угрозой их монополиям благодаря более эффективному использованию трудовых ресурсов и, впоследствии, снижению цен. Кроме того, новые технологии способствовали росту городов, так как именно города становились центрами их изучения и внедрения, в них создавались фабрики и заводы. В следствии этого, в структуре населенных пунктов стала больше выделяться дифференциация по ролям районов на промышленные и бедные спальные районы рабочих. На (рис.3) представлен план Парижа XVIII в., на котором хорошо видно историческое развитие города по кольцам стен разного времени. Тем не менее, процессы, характерные для Европы этого времени, не распространялись на страны Азии. Так Китай и Япония до XIX в. жили по средневековым традициям, до экспансии государств Старого Света в этот район. (Студенческая библиотека, 2022)

Один из самых активных этапов урбанизации в странах Европы пришелся на XIX в. Предпосылкой этому стал общий рост населения, причиной которому стало бурное развитие промышленности и торговли. Эти факторы привлекали в города все больше и больше людей, а развитие сельского хозяйства позволило обеспечить пропитанием значительные массы жителей, сконцентрированные на небольшой площади. Вследствие роста спроса на жилье получила развитие строительная сфера. Кроме того, улучшение старой транспортной инфраструктуры и появление новых видов транспорта способствовало эффективному взаимодействию как в пределах города, так и междугороднему. На начало XIX в. в Лондоне проживало менее 10% населения Великобритании и лишь 7,2% жили в городах с населением 20-100 тыс. человек, но уже к 1861 г. в таких населенных пунктах проживало 38,2% населения страны. (InLiberty, 2022)

Урбанизация достигла своего апогея в XX в. Так, численность городского населения на 1890 г. оценивается в 220 млн. чел и достигает 2925 млн. чел. к 2000 г. При этом, характерным для этого столетия стало появление все более крупных городов. К 2000 г. число населенных пунктов с более чем 10 млн. жителей достигло 24 при том, что на начало столетия не было ни одного такого города. Важную роль стали играть агломерации – взаимосвязанные группы поселений, объединенные культурно-бытовыми, производственными, инфраструктурными и другими связями. Развитие городского железнодорожного транспорта обеспечивало достаточно быструю связь между районами даже в очень больших городах, способствуя их разрастанию. Другой причиной разрастания городов стало масштабное использование личного автомобильного транспорта, позволившего обживать участки в окрестностях городов, куда не добирается общественный транспорт. Наиболее широко это явление получило распространение в США, где на многие километры вокруг крупных городов простирается зона субурбии с преобладанием частной жилой застройки. Типичный вид субурбии представлен на (рис.4). (Файловый архив ..., 2022)

Многие процессы урбанизации, характерные для XX в. продолжают и сейчас. Важной чертой городов XXI в. стало активное использование информационно-компьютерных технологий в жизни города. Появились широкие возможности для исследования транспортных, людских потоков в городе, мониторинга экологической обстановки территории. Эти технологии активно применяются для проектирования городов, обновления и улучшения городской среды. Информатизация общества позволила широким массам почти в любом месте и в любое время получать информацию о транспорте, сделав возможности его использования более

разнообразными и эффективными. Новые технологии строительства ускорили возведение зданий, позволили увеличить их этажность, давая возможность за несколько лет возводить целые города. Значительную роль в жизни и экономике многих крупных городов играет туризм, которому способствует как развитие транспортной инфраструктуры, так и облегчение способов навигации в незнакомых населенных пунктах.

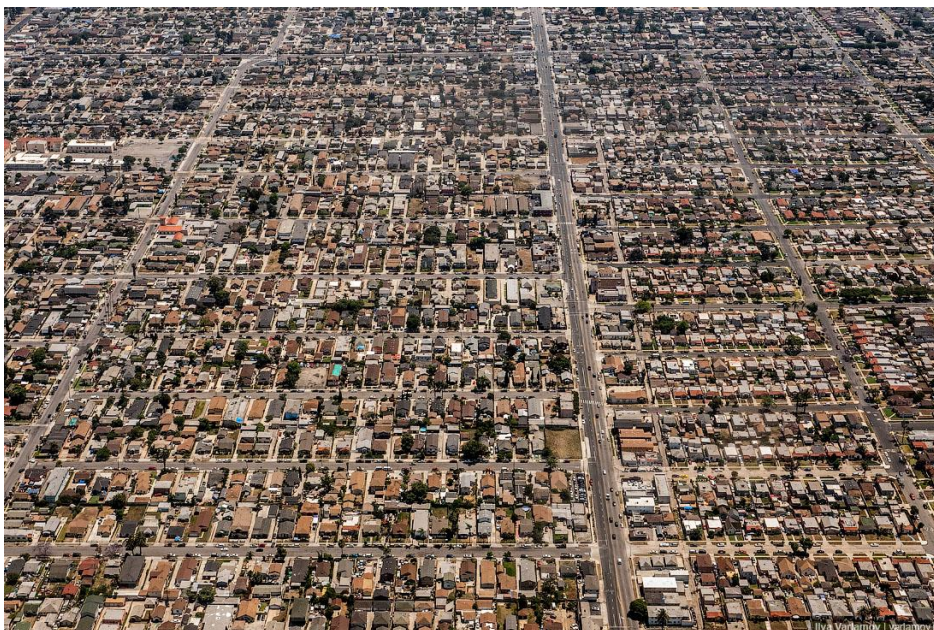


Рис.4. Американская субурбия (Варламов.ру, 2022)

Таким образом, можно заключить, что процессы урбанизации в разное время протекали с разной скоростью, интенсивностью и имели свои характерные особенности.

Рассматривая тему, стоит также определить и разграничить понятия геоурбанистика и география городов. В современном виде геоурбанистика содержит в своей основе географию городов. Объект исследования географии городов – город и его структура, рассматриваемая без учета его отношения к системе городских поселений. Геоурбанистика в свою очередь изучает пространственную организацию, функционирование и эволюцию разноуровневых городских систем. (Соболева, 2012)

В качестве основных отличий геоурбанистики от географии городов можно выделить, что геоурбанистику характеризует отношение к городу не как основному объекту исследования, а как к составной части большей структуры. Кроме того, важную роль играет эволюционная составляющая, то есть проявление процесса урбанизации, особенности которого и есть причина вариативности развития населенных пунктов. Причиной исследования структур городов является то, что его влияние часто

простирается значительно дальше его границ, ещё же большее влияние на территорию оказывает совокупное воздействие систем таких центров как город.

Если рассматривать процессы урбанизации по различным экономическим и географическим особенностям стран, то можно выделить черты, характерные для территорий со схожими условиями. В развивающихся странах наблюдается явление так называемой ложной урбанизации. Суть этого заключается в том, что рост городов осуществляются не за счет улучшения условий и возможностей жизни в нем, а за счет сельских жителей, которые селятся на окраинах городов сохраняя прежний уклад жизни, тем самым при значительной концентрации таких жителей территория мало чем отличается от крупных сельских поселений. Таким образом, получить информацию о истинных масштабах современной урбанизации можно лишь используя территориальные рамки значительнее города. (Соболева, 2012)

Помимо ложной урбанизации, выделяют ещё несколько процессов глобального для нашего времени характера. Это рост агломераций и, в особенности, гигантских агломераций населением свыше 10 млн. чел. При исследовании столь больших структур выделяются урбанизированные районы, полосы урбанизации, оси урбанизации, мегалополисы.

Агломерации можно разделить на несколько типов. Первый из них – моноцентрические, те, которые формируются вокруг города-центра, который подчиняет своему воздействию окружающие поселения. То есть соблюдаются условия того, что основной населенный пункт на порядок превосходит любой из окружающих по экономическому и социальному потенциалу. В качестве примера таких систем можно привести Москву или Санкт-Петербург. (Соболева, 2012)

Другой тип – полицентрические агломерации, которые также называют конурбациями. Для систем такого типа характерно наличие нескольких центров похожего размера и значимости, причем центры могут быть похожими на небольшие моноцентрические агломерации, так как вокруг них нередко располагаются меньшие по значимости населенные пункты. Одно из наиболее известных таких скоплений – Рейнско-Рурская конурбация.

Также выделяют два пути формирования агломераций: «от города» и «от района». Первый берет свое начало при достижении городом уровня развития, когда он остро начинает ощущать необходимость в новых возможностях развития – территориях, водных ресурсах. Городу приходится выходить за свои устоявшиеся рамки, как правило через поселения-спутники. (рис.5 А)

Путь «от района» присущ ресурсным зонам, где при разработке месторождений возникает несколько похожих по специализации поселений. С течением времени один из наиболее удобно расположенных и имеющих лучшие условия для развития поселок становится организационным и культурным центром. Со временем, окружающие его поселения начинают выполнять роль городов спутников. (рис.5 Б) (Соболева, 2012)

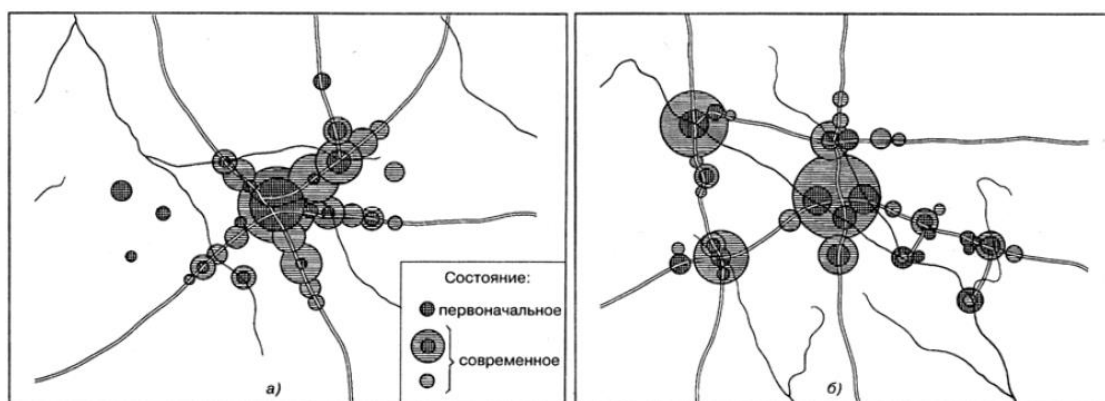


Рис.5. Схема развития агломераций – а) «от города» б) «от района» (Соболева, 2012)

Кроме того, нередко городские условия и нормы жизни внедряются в сельских поселениях (процесс рурбанизации). Благодаря этому увеличивается доля несельскохозяйственных занятий населения, активнее проявляется маятниковая миграция.

Также стоит выделить особенности урбанизации в различных регионах мира. Так, для США характерным было развитие городов больше под влиянием рыночной выгоды, чем использования четкого плана. Благодаря этому социальный состав и функции частей города часто менялись. Со временем центральная часть города стала местом жизни менее состоятельной части общества, в то время как наиболее успешные люди перебирались в пригороды. Подобные процессы частично характерны и для Западной Европы. В Восточной Европе и России города являлись местом сосредоточения политической власти, таким образом исторический центр всегда сохранял роль элитной части города. По мере развития экономики и благосостояния людей, так же, как и на западе, стал появляться процесс переезда состоятельных граждан в пригороды. (Файловый архив..., 2022)

Города Ближнего Востока, Центральной Азии, Северной Африки имели иную систему расселения, включающую в себя исторический город, современное ядро и бедный пояс, состоящий в основном из бывших сельских жителей.

1.2 Города и процессы геоурбанистики на картах. Обзор литературных источников.

Рассмотреть процессы, происходящие с городами и отследить их изменение можно благодаря значительной истории их картографирования. При наличии карт разных периодов на одну и ту же городскую территорию, появляется возможность отследить их трансформацию, получить возможность сопоставить наблюдаемые изменения с событиями, происходившими в данный временной период. На город могли оказывать влияние крупные пожары, войны, эпидемии, голод, что замедляло его развитие. Благоприятные времена, наоборот, усиливали возможности его роста и процветания.

Выделяют 3 основных вида картографирования городов (Прохорова, 2018):

1. Топографическое – картографические модели высокой точности с содержанием, передающим множество объектов и их характеристики, создающиеся с целью планирования развития территорий, строительства, навигации.
2. Инженерно-техническое, специальное – карты инфраструктуры, коммуникаций. На них могут изображаться линии электропередач, линии связи, трубопроводы различного назначения, подземные объекты, а также центры обслуживания вышеперечисленных структур и их узлы. Все это сопровождается установленными в каждом конкретном случае характеристиками, описаниями.
3. Тематическое – создание карт, отражающих любые возможные аспекты жизни города. Это могут быть карты транспортной доступности, функциональных зон, населения, плотности застройки, достопримечательностей, темпов и направлений урбанизации, и любых других.

С древнейших времен люди создают схемы своих поселений в различных целях. Это могло быть создание планов с целью проектирования оборонительных сооружений, а при увеличении размеров поселений, для навигации. На таких картах обозначались линии рубежей обороны, главные здания, структура населенного пункта. Первые карты, которые можно характеризовать как схемы поселений были весьма примитивны и изображали действительность так, как её видел автор. Позднее, особенно в средние века, города стали чаще изображаться в виде перспективного изображения с передачей фасадов зданий, крепостных стен и иных объектов.

Одним из наиболее значимых подобных произведений в мировой культуре является Атлас городов земного мира (*Civitates Orbis Terrarum*) за авторством Франса Хогенберга и Георга Брауна. Атлас публиковался с 1572 по 1617 гг. и соединил в себе древние и современные методы описания мира и сфокусировал свое внимание на городах, которые являются символом цивилизации (Библиотека Конгресса США, 2022). В нем присутствовали как перспективные изображения, так и планы более близкие к современным. Браун и Хогенберг опубликовали сотни видов городов с четырех континентов. Большинство изображений, включенных в издание, показывали в основном Европейские города. Авторы начали создание с городов Англии, Португалии, Испании, Франции, Нидерландов, Германии, Италии, далее были Константинополь, Иерусалим, Момбасу, Каир. Карты Венеции и Иерусалима представлены на (рис.6) и (рис.7).



Рис.6. Карта Венеции (Хогенберг, 1572-1617)

Также стоит отметить работы Сигизмунда Герберштейна, который в середине XVI в. создал карты и описания территории России. Одной из карт является план Москвы 1556 г., который, стоит отметить, не отличался особой достоверностью и расположение некоторых объектов было условным (рис.8) (Прохорова, 2018).



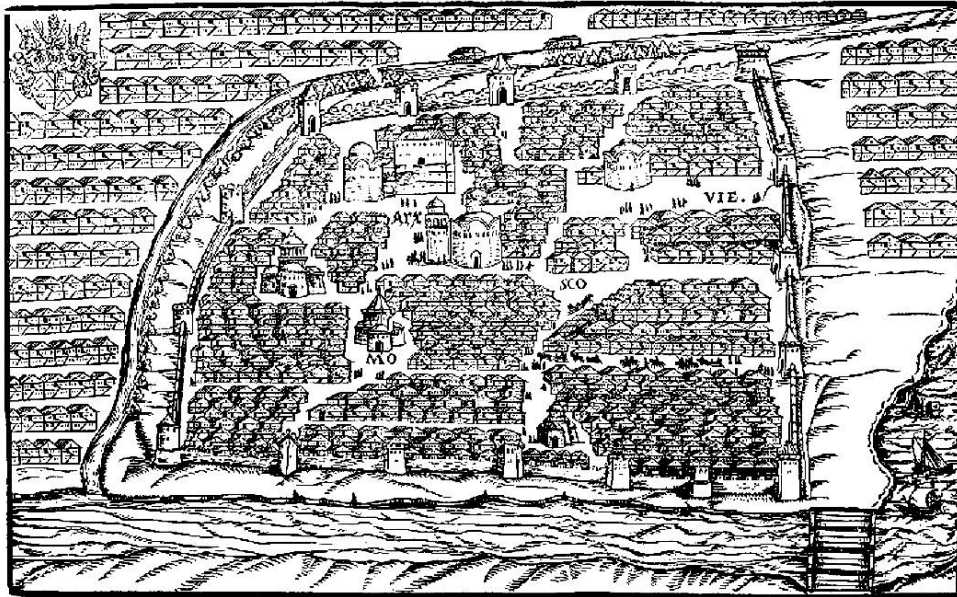
Рис.7. Карта Иерусалима (Хогенберг, 1572-1617)

Из более поздних работ можно выделить крупномасштабный «Подробный план Столичного города Санкт-Петербурга» 1828 г. На нем подробно представлено местоположение каждого здания, тщательно переданы детали рек, каналов, прудов, показаны все дворы, дана нумерация строений.

Значительной и крупной коллекцией обладает состоящая из 3 выпусков Книга чертежей и рисунков, которая входит в собрание законов Российской империи. Она охватила продолжительный период в истории нашего государства с 1649 по 1917 гг. Книга включает в себя 2 тома, содержащих планы и гербы городов из 45 губерний и наместничеств. Для каждого населенного пункта описано изменение планировки города. Старые кварталы даны поверх новых тонкой пунктирной линией, что позволяет увидеть изменения, происходившие в городе с течением времени (Геопортал РГО, 2022). По сути, подобные планы можно отнести к моделям, отражающим процессы урбанизации в динамике. Пример плана губернского г. Архангельска масштаба 1:33600 представлен на (рис.9).

В XX в. на городские территории создаются топографические планы различных масштабов, подробно отражающие характеристики строений, улиц, коммуникаций, в т.ч. подземных. Создаются различные тематические карты городских территорий, атласы. Из первых тематических атласов городов стоит отметить выдающиеся по полноте содержания атлас планирования Парижа и Парижского региона (1967 г.), атлас Западного Берлина (1962 г.), атлас Лондона (1968 г.) (Прохорова, 2018).

Mosqua so vil mit der Maur eingefangen/ Ist das Schlos genent/
 Außerhalb ist die Stat groß ond weit/ mit Hülden heusern.



Nach dem Fluß auch Mosqua genent/ Schifft man auch mit Segeln in die Dcca/ dann in
 die Wolga/ und das Meer Caspium oder Sittanum.

Die Pracht ist hier
 am meisten.

Рис.8. План Москвы (Герберштейн, 1556)

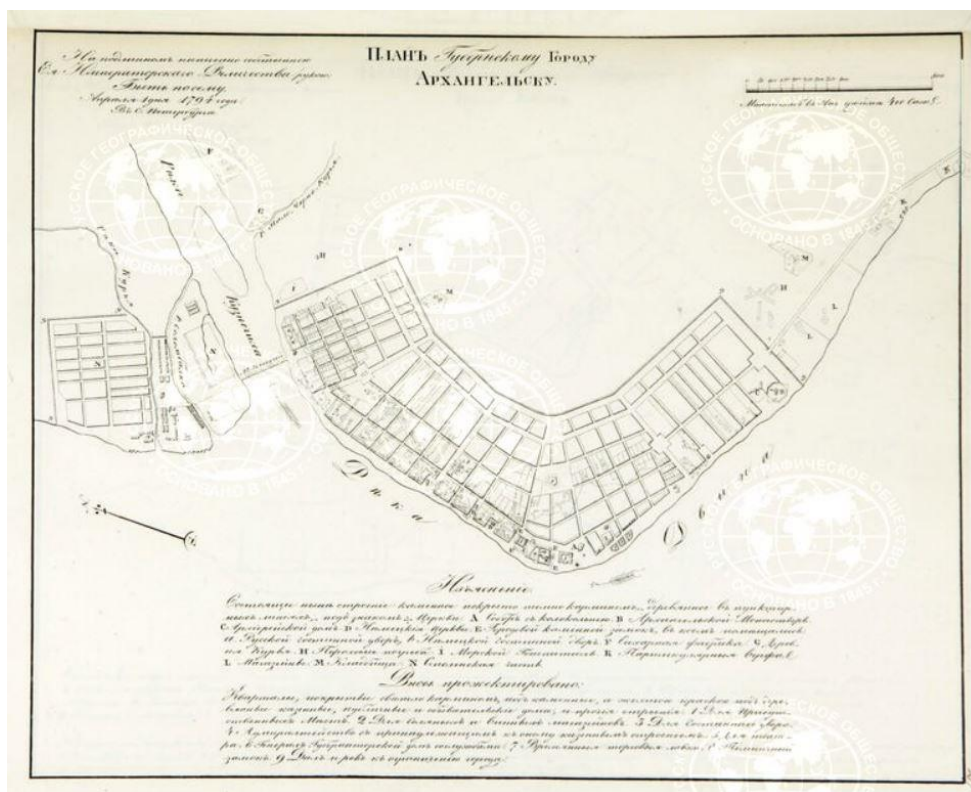


Рис.9. План губернского города Архангельска (1859)

Из современных картографических работ стоит выделить атлас послевоенных изменений на территории современной Калининградской области. В работе представлены карты отражающие изменения в административно-территориальном

делении, транспортной сети и пр. В свете тематики нашей работы особенно интересны карты «Изменения в системе расселения и региональной инфраструктуре на примере Багратионовского района» и «Изменение улично-дорожной сети Калининграда». Первая картографическая модель представляет читателю информацию о том, какие из довоенных населенных пунктов утрачены, какие до сих пор существуют, приводит объекты промышленности довоенные и послевоенные, что позволяет нам делать выводы об изменениях совокупной сети городов и иных населенных пунктов на данной территории (рис.10).

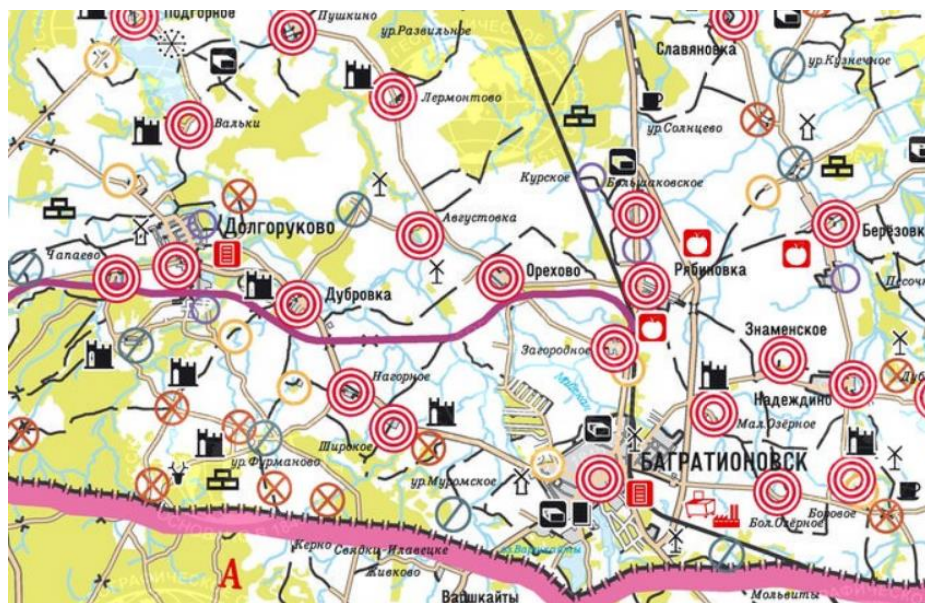


Рис.10. Фрагмент карты «Изменения в системе расселения и региональной инфраструктуре на примере Багратионовского района», красные круги – существующие населенные пункты, желтые круги – существующие НП в составе других образований, круги других цветов – утраченные поселения (Федоров, 2016)

Вторая карта показывает улично-дорожную сеть Кенигсберга (старое название Калининграда) и современного Калининграда разными условными знаками, что дает возможность провести сравнение и проанализировать изменения, произошедшие в городе (рис.11).

Ценная теоретическая информация о процессах урбанизации, особенностях развития сетей городов, истории развития процесса представлена в учебных пособиях География городов (Лаппо, 1997) и География городов (Перцик, 1991). Кроме замечательного описания теории, авторами приведены многочисленные схемы, отражающие устройство поселений, структуры агломераций, планы развития городов и иные тематические работы. Данные графические материалы позволяют получить представление о возможных процессах урбанизации и методах их картографирования. В

качестве примера можно привести визуальную модель «Изохроны доступности центра Москвы» (рис.12).

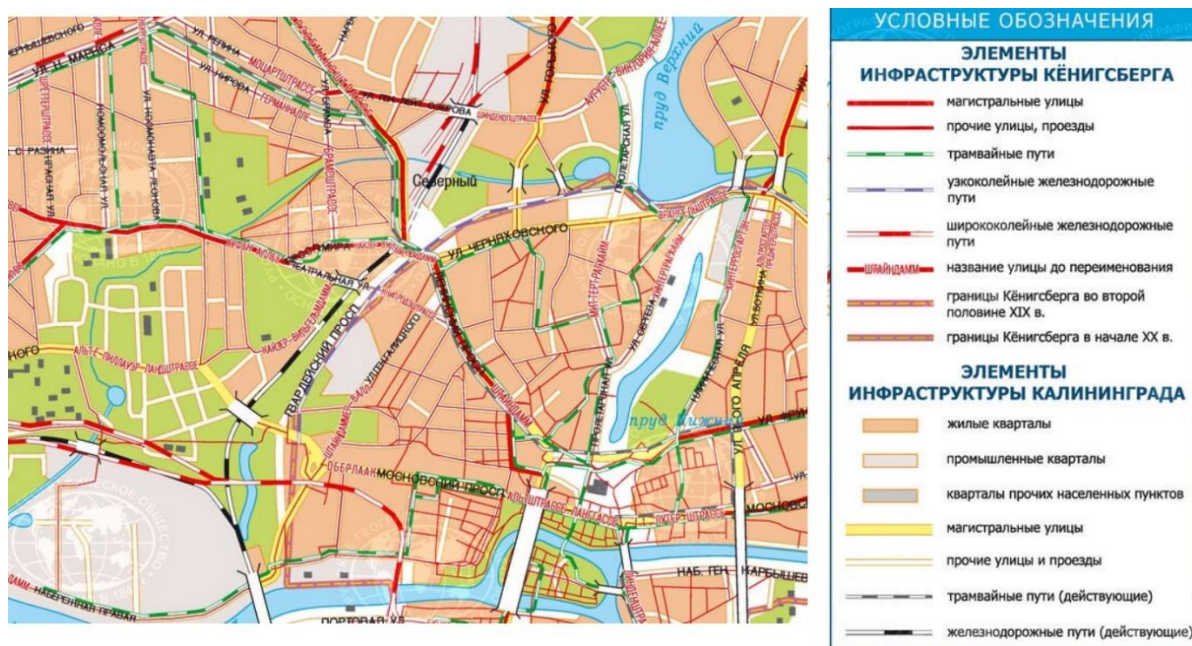


Рис.11. Фрагмент карты «Изменение улично-дорожной сети Калининграда» и её легенда (Федоров, 2016)

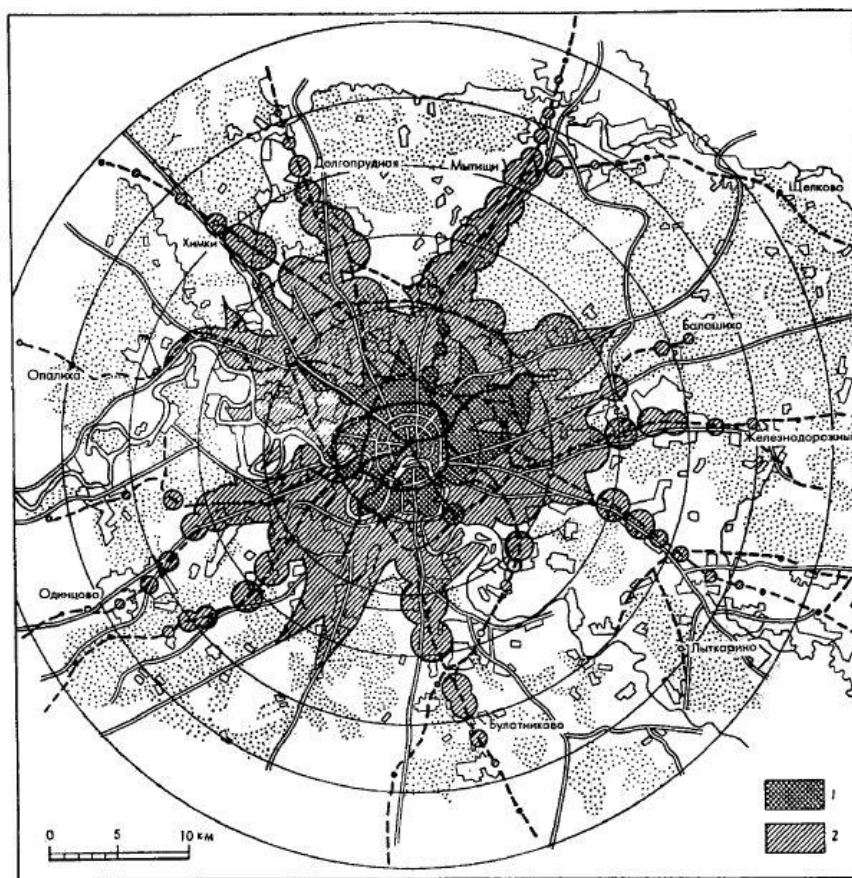


Рис.12. Изохроны доступности центра Москвы (Лаппо, 1997)

Тема истории развития планировочных решений городов крупнейшей страны АТР Китая поднимается в книге «История китайского города. Градостроительство, архитектура, садово-парковое искусство (Лучкова, 2011). В работе описываются характерные особенности городов Китая от времени правления древних династий до настоящего времени. Стоит отметить важность исследования временного развития планировки Китайских городов, так как в некоторых поселениях та структура, которая была в древности сохранилась и оказала свое влияние на более позднюю планировку. Так, для древних городов Китая была характерна квадратная планировка, в трактатах относящихся к III-IV вв. до н.э. указывается, что город должен иметь внутренние и внешние крепостные стены, в центральной части внутреннего города должны селиться правители и привилегированное сословие, а в остальных частях – крестьяне. В пространстве между стенами разбивались сады и огороды. Квадратный тип планировки города остался характерен и для последующих периодов Китайской истории. Известным примером является Пекин, где это особенность до сих прослеживается (рис.13). В книге приведено значительное количество визуального материала: схем, планов, рисунков, фотографий, которые позволяют проследить за изменениями идей городского проектирования за столь длинную историю Китая. Значительная часть монографии посвящена паркам, архитектуре, особенностям ландшафтного дизайна городских территорий, который тоже может оказывать своеобразное влияние на процессы, протекающие в городах.

В современном мире роль классических карт стала значительно меньше. С развитием географических информационных систем (ГИС) значительное число пространственной информации создается и предоставляется конечному пользователю в электронном виде. Это же затронуло и картографирование городов. В настоящее время существует значительное число материалов доступных в сети Интернет в интерактивном виде. В качестве примера можно рассмотреть электронный атлас Москвы. На единой масштабируемой картографической основе можно включить отображение сотен различных наборов данных начиная от учреждений здравоохранения и заканчивая реестром камер видеонаблюдения и кадастровыми границами некоторых типов объектов.

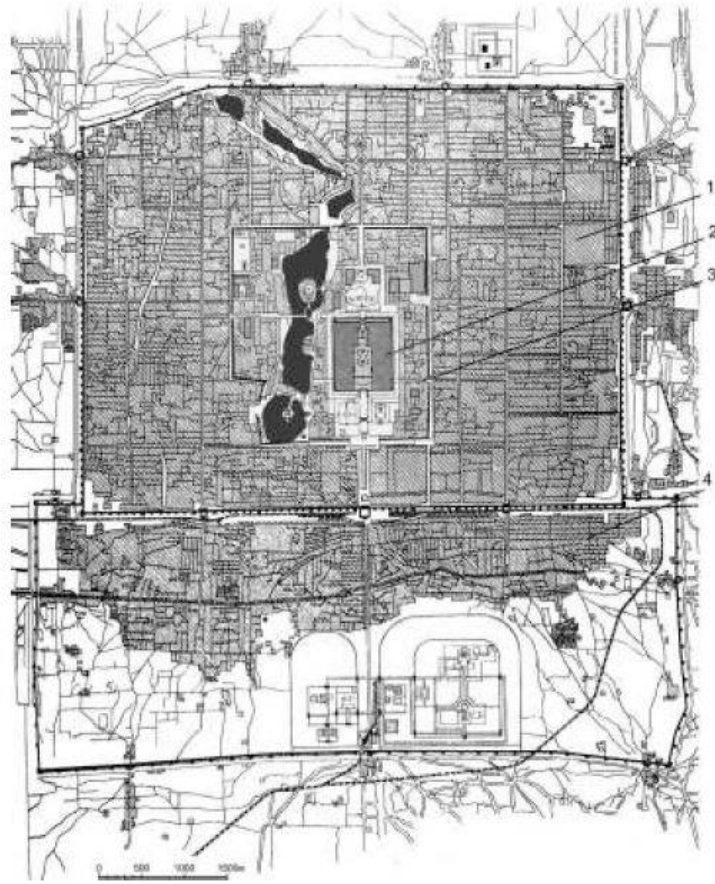


Рис.13. Пекин, план города ранней Цин (Лучкова, 2011)

ГЛАВА 2. АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКИЙ РЕГИОН: ГЕОГРАФИЯ, СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОЦЕССЫ УРБАНИЗАЦИИ.

2.1 Физико-географическое описание Азиатско-Тихоокеанского региона.

Существует несколько подходов к определению стран, объединенных понятием Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР, Asia-Pacific Countries, APAC). Как правило включаются страны, которые расположены на территории южной и восточной Азии и в большинстве своем имеют выход к Тихому океану, а также Австралия и страны Океании. Но, так как нет общепринятого определения Азиатско-Тихоокеанского региона, то список стран, включаемых в него, может варьироваться. Так, к примеру, в некоторых источниках к данному региону относят значительное число стран Азии, не имеющих выход в Тихому океану вплоть до Ирана и Турции, а также такие страны Северной и Южной Америк как Канада, США, Перу, Чили.

В данной работе в термин АТР было решено включать страны, соответствующие первому, более классическому критерию. (рис.14)



Рис. 14. Страны, традиционно включаемые в АТР (Амосов, 2018)

В связи со значительной вытянутостью региона с севера на юг и его расположением в северном и южном полушариях, в нем представлены самые различные

климатические пояса. В умеренном поясе расположены Монголия (умеренный и резко-континентальный климат), северные части Китая и Японии (преобладает умеренный морской климат), юг Новой Зеландии. Средние и южные районы Китая, юг Японии и Австралии, северная половина Новой Зеландии относятся к субтропическому поясу. Значительная часть стран юго-восточной Азии располагается в субэкваториальном поясе (Мьянма, Тайланд, Вьетнам), также сюда относится север Австралии. В экваториальном же поясе расположены крупные островные государства региона такие как Индонезия, Малайзия, Папуа-Новая Гвинея и др. более мелкие островные государства. Тропический пояс представлен в основном только в центральной части Австралии, а также на островах, расположенных в тех же широтах (Вануату, Фиджи, Тонга).

Таким образом в регионе присутствуют страны с преимущественно теплым климатом, где годовой перепад температур весьма незначителен и круглый год держится жаркая и влажная погода (Индонезия, Малайзия и прочие страны экваториального пояса), так страны с весьма холодными разновидностями умеренного климата (Монголия). В Джакарте (Индонезия) колебание среднемесячной температуры в течение года находится в пределах 1,7 °С (от 27,2 до 28,9 °С). Иная ситуация же наблюдается на севере региона, где присутствуют зоны с резко-континентальным климатом: в столице Монголии Улан-Баторе средняя температура наиболее жаркого месяца 18,2 °С, наиболее холодного -21,6 °С. Таким образом годовой ход температуры равен 39,8 °С (Погода и Климат, 2022). Климатограммы Улан-Батора и Джакарты представлены на (рис.15).

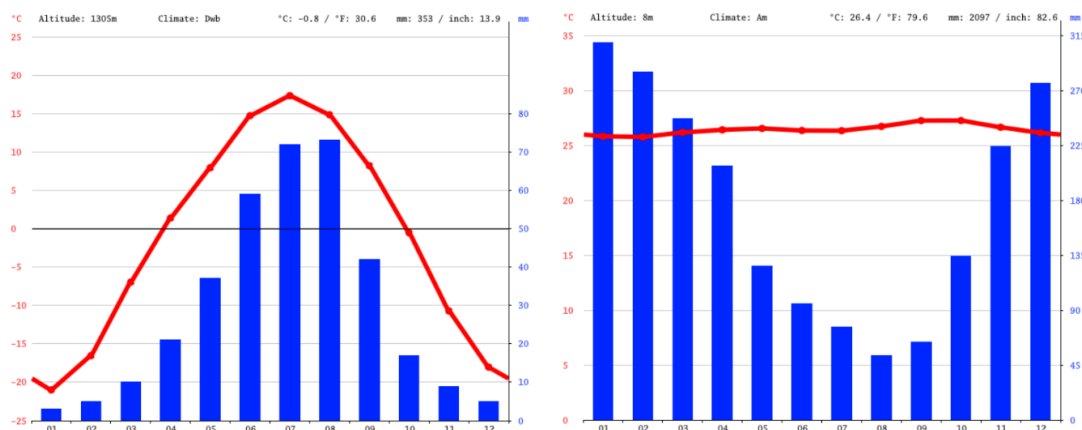


Рис.15. Климатограммы Улан-Батора (слева) и Джакарты (справа) (Климатические данные..., 2022)

Стоит отметить и крайне неравномерное распределение осадков в пределах рассматриваемой территории. В наиболее засушливых регионах среднегодовое количество осадков не превышает и 100 мм (некоторые горные районы центрального Китая и Монголии). В центральной части Австралии количество осадков так же

незначительное и находится в пределах от 100 до 250 мм. Наиболее влажными в свою очередь являются районы, лежащие в экваториальном поясе (Индонезия, Малайзия), а также Мьянма. Здесь на некоторых территориях среднегодовое количество осадков достигает более 3000 мм. (Погода и Климат, 2022)

Рельеф территории также весьма разнообразен, для большой территории характерна приподнятость. В структуре поверхности преобладают горы и плоскогорья при значительно меньшей площади низменностей. Высочайший горный массив региона – Гималаи протянулся на 2,5 тыс. км. вдоль юго-западной границы Китая. На границе расположены две высочайших вершины мира – Джомолунгма и Чогори (8848 и 8614 м соответственно). Кроме того, в западной и центральной частях КНР расположены крупные горные системы Кунь-Лунь, Тянь-Шань, а также Тибетское нагорье (рис.16). (National geographic, 2022). На восток от Гималаев протянулись структуры альпийской складчатости. Значительным горным массивом на территории АТР также является Австралийский Большой Водораздельный хребет, протянувшийся почти на 4 тыс. км. вдоль востока материка. (Большая российская энциклопедия, 2022)



Рис.16. Тибетское нагорье (Трэвел Таймс, 2022)

Крупнейшие равнины региона – Центральная низменность в Австралии и Великая Китайская равнина. Стоит отметить, что часть территории АТР занимают пустыня Гоби (часть Китая), Большая Песчаная пустыня и Большая пустыня Виктория (обе – Австралия).

Территория Азиатско-Тихоокеанского региона одна из наиболее активных в тектоническом плане, что оказывает огромное влияние на его жизнедеятельность. Из-за

прохождения границы Тихоокеанской, Евразийской и Индо-Австралийской плит периодически происходят разрушительные землетрясения. Одно из наиболее разрушительных землетрясений последних лет произошло в 2011 г. в Японии, что привело к множеству жертв, уничтожению инфраструктуры, в том числе частично разрушилась атомная электростанция Фукусима, что привело к значительным экологическим последствиям.

Особенности речных систем стран АТР также значительно отличаются. Наиболее полноводной и длинной рекой АТР является Янцзы, длина которой достигает 6300 км, за ней следует Хуанхэ (5500 км). В юго-восточной Азии крупнейшей рекой является Меконг (4500 км), в Австралии – Муррей (2530 км).

2.2 Социально экономическое развитие.

В состав АТР входят 39 стран и 3 заморские территории Австралии и Великобритании, также отдельно включают штат США Гавайи. Совокупное население этих стран на 2021 г. 2,369 млрд. чел., что составляет примерно 30% от населения мира. (World population..., 2019) Список 10 крупнейших стран по численности населения представлен в (таб.1).

Страна	Численность населения, млн. чел.
Китай	1444,216
Индонезия	276,362
Япония	126,051
Филиппины	111,047
Вьетнам	98,169
Таиланд	69,951
Мьянма	54,806
Республика Корея	51,305
Малайзия	32,776
КНДР	25,887

*Таб.1. Крупнейшие страны АТР по численности населения в 2021, по оценкам ООН.
(World Population..., 2019)*

Говоря про население стран данного региона, стоит отметить, что значительное число людей открывает как большие возможности, так и предъявляет повышенные требования к организации социальной политики, проектированию городов и транспортной инфраструктуры. Так, к примеру, Китай, являющийся самой большой по

площадью страной региона, является так же и самой населенной. Но в связи с тем, что значительная часть его территории покрыта высокогорными массивами, в основном обжита его западная половина. Кроме того, на территории региона присутствуют крайне небольшие государства. Сингапур при плотности ок. 7 тыс. чел. на км² является второй страной в мире по этому показателю. Так же высока плотность населения в республике Корея, Японии, Филиппинах. Наименьшей плотностью населения в регионе обладает Австралия (2,8 чел на км²). (Infotables, 2022)

В экономическом плане Южная и Юго-Восточная Азия активно развиваются. В начале XXI в. различные исследователи и экономисты предполагали, что этот период станет «веком Азии», что обусловлено экономическим ростом как гигантов: Китая и Индии, так и менее значительных Индонезии, Малайзии и прочих стран региона. Во многом это связано с реформами, проводимыми правительствами этих государств. Уже довольно длительное время Азия по сути является «фабрикой мира» благодаря концентрации значительных масс населения и, соответственно, дешевой рабочей силы. Но в наше время активно ведется развитие в области увеличения автоматизации производств, что позволяет производить ещё больше с имеющимися ресурсами. На данный момент лидером в этом является Китай, но предполагают, что при грамотном управлении его в скором времени может догнать Индия, обладающая ресурсами как людскими, так и экономическими.

Непосредственно из стран АТР по номинальному ВВП Китай занимал 2 место в мире, Япония – 3, Южная Корея – 10. (Всемирный банк, 2020). Остальные же государства по этому показателю не входят в первую десятку, но со временем это наверняка может измениться. По классификации Международного валютного фонда большинство стран региона относятся к развивающимся, развитыми считаются Япония, Южная Корея, Австралия, Новая Зеландия, Сингапур, а также территории, относящиеся к КНР – Гонконг и Тайвань (МВФ, 2013).

Вклад АТР в мировую экономику уже имеет колоссальное значение, но, по прогнозам, будет и дальше расти. Происходит реализация программ в тяжелой промышленности, электронике, машиностроении, биоинженерии. Предполагают, что центр экономики мира со временем переместится именно сюда. Темпы ежегодного роста региона более чем 5%. (Агапова, 2021)

В наши дни АТР стал центром развития и производства высокотехнологичных отраслей промышленности. Особенную роль в последние годы занимает производство микроэлектроники, которая в настоящее время используется в компьютерах, в т.ч. портативных, их комплектующих, автомобилях, строительной технике, бытовых

приборах и др. Одними из крупнейших мировых центров их производства являются Китай и Тайвань. На фоне мирового кризиса полупроводников, когда производственных мощностей не хватает, чтобы покрыть потребности, в эту отрасль инвестируют все больше государств и корпораций.

В целях поддержания приемлемого экологического состояния проводится политика увеличения доли личного электрического транспорта. Строятся крупные заводы по производству электромобилей (рис.17).



Рис.17. Электромобильный завод VW Group в Шанхае (drive2, 2022)

Несмотря на значительное количество высокотехнологичных производств, продолжает в значительном количестве сохраняться низкоквалифицированный и низкооплачиваемый ручной труд. Кроме того, в регионе благодаря теплему климату развито сельское хозяйство. Регион является абсолютным лидером по объемам производства риса, блюда из которого являются основным рационом жителей многих стран АТР. Также Китай, Индонезия и Вьетнам являются крупными производителями чая.

2.3 Процессы урбанизации в странах АТР.

Процессы урбанизации в различных частях АТР разнообразны. В первую очередь стоит отметить, что уровень урбанизации в странах значительно отличается, причем в основном имеется логичная тенденция, что в более развитых страна выше и процент городского населения. Исключением являются некоторые островные государства, где по сути всего несколько населенных пунктов и большая часть населения сосредоточена в наиболее крупном городе (Науру, Гуам, Палау). Сюда же можно отнести Сингапур, доля городских жителей в котором 100%, за той лишь разницей, что Сингапур

относят к странам с развитой экономикой. Кроме вышеперечисленных государств высокий процент урбанизации наблюдается в Японии (91,9%), Новой Зеландии (86,8%), Австралии (86,4%). Наименьший же процент характерен островным государствам. Так в Токелау и Уоллис и Футуна все население является сельским. Из континентальных же стран доля горожан меньше всего в Камбодже (24,7%) и Мьянме (31,4%). (World Urbanization..., 2018)

Для части стран юго-восточной Азии характерна концентрация значительного числа городского населения в столице. К примеру, столица Таиланда Бангкок больше второго по величине города страны примерно в 15 раз. Похожая ситуация и на Филиппинах, в Малайзии, Индонезии. Таким образом на территории ряда государств образовались гигантские городские агломерации (Рогожина, 2020). Меньший разброс между населением крупнейших агломераций в Китае. Здесь присутствует целых 6 агломераций с населением больше 10 миллионов. Отдельно стоит отметить Японию, в которой расположена крупнейшая в мире Токийская агломерация с населением 37,340 млн. чел. Крупнейшие агломерации стран АТР представлены в (таб.2).

Агломерации	Население, млн. чел.
Токио	37,340
Шанхай	27,796
Пекин	20,897
Осака	19,111
Чунцин	16,382
Манила	14,159
Тяньцзинь	13,794
Гуанчжоу	13,635
Шэньчжэнь	12,592
Джакарта	10,915

Таб.2. Крупнейшие агломерации АТР по оценке ООН на 2021 г. (World Urbanization..., 2018)

Из-за высоких темпов урбанизации и численности населения, наличия большого количества промышленных производств страдает экология стран АТР. Особенно эта проблема относится к крупным мегаполисам, больше всего которых в Китае. Большая концентрация автотранспорта и заводов способствует образованию едкого смога (рис.18), иногда выпадают кислотные дожди. Разрабатываются стратегии уменьшения выбросов промышленности.



Рис.18. Смог над Пекином (Дром.ру, 2022)

Ещё одной особенностью является присутствие во многих городах АТР трущоб, которые порой могут соседствовать с богатыми современными районами. В развитых странах региона и богатых городах развивающихся государств такое явление отсутствует, но, тем не менее, для многих стран региона это реальность. Районы трущоб есть в Маниле (рис.19), Джакарте, Ханое и др. городах.

В наиболее развитых государствах региона Австралии и Новой Зеландии присутствуют характерные для стран запада районы субурбии – протяженные на километры территории с частной малоэтажной застройкой в пригородах крупных городов. Такой тип расселения вынуждает активно пользоваться автотранспортом так как часто добираться пешком до необходимых объектов социальной инфраструктуры долго и затруднительно.

Также характерной чертой крупных городов АТР является большое число небоскребов в центральных деловых районах города, что роднит их в этом с поселениями США и Канады.



Рис.19. Трущобы Манилы (International Business Times, 2022)

ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В КАРТОГРАФИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ УРБАНИЗАЦИИ.

В настоящее время одним из наиболее эффективных способов исследования территории земли является дистанционное зондирование. Аэрофотосъемка, космическая съемка, лазерное сканирование позволяют получать данные без непосредственного взаимодействия с объектом. Кроме того, методы дистанционного зондирования позволяют за небольшие промежутки времени покрывать обширную территорию.

История дистанционного зондирования берет свое начало со времен первых полетов. Так, в 1958 г. Гаспар Турнашон впервые получил снимки Парижа с воздушного шара. В России первую аэрофотосъемку совершил поручик А.М. Кованько в 1886 г. (рис.20). Первые фотоснимки с самолета были получены в начале XX в. Использовались новые возможности для исследования территории и, прежде всего, для военной разведки и картографии. (Фотопризер, 2022)



Рис.20. Снимок Петербурга сделанный Кованько (Фотопризер, 2022)

В наши дни аэрофотосъемка используется в самых разных сферах жизни. Её применяют для экологического мониторинга, исследований растительного покрова, почв, геологии, сельскохозяйственных угодий и т.д.

Со времен запуска первых ракет, появляется возможность получить снимки земли из космоса. Так, в 1946 г. с помощью баллистической ракеты «Викинг-2» с высоты

около 120 км был получен первый космический снимок (рис.7). Кроме того, 6 августа 1961 г. космонавт Герман Титов вел съемку с орбиты земли.

В настоящее время на орбите находится огромное количество космических аппаратов. Часть из них – спутники дистанционного зондирования земли, принадлежащие как государственным органам и корпорациям, так и коммерческим компаниям, которые получают самые разные типы данных. После обработки организации предоставляют информацию как в виде наборов сцен или снимков поверхности (Landsat, Sentinel), так и виде моделей, в качестве примера можно привести SRTM – Shuttle Radar Topography Mission, на сайте которой представлены цифровые модели рельефа (SRTM, 2022). Существует несколько классификаций космических аппаратов (Иннотер, 2022):

По пространственному разрешению (характеризует то, сколько метров земной поверхности в одном пикселе снимка)

1. Сверхвысокого разрешения (до 1 м): CSG-1 (ASI), Cosmo-SkyMed, Gaofen-2,3 и др.
2. Высокого разрешения (1 – 2,5 м): Аист-2Д, Канопус-В, Ресурс-П, ZY-3, Gaofen-1 и др.
3. Среднего разрешения (2,5 – 10 м): Sentinel-1A, 1B, CBERS-4 и др.
4. Низкого разрешения (более 10 м): Метеор-М2, Landsat-8,9, Terra ASTER, Sentinel-2A,2B и др.

По типу съемочной аппаратуры:

1. Оптико-электронная: фиксируют отраженное излучение как правило в видимом и/или инфракрасном диапазонах. Космические аппараты: все, перечисленные в прошлом пункте.
2. Радарная: излучают сигнал в радиодиапазоне и принимают его. Космические аппараты: CSG-1, Gaofen-3.

Кроме того, аппаратуру можно разделить по количеству фиксируемых каналов – отдельных групп диапазонов длин волн.

Важным пособием по работе с данными дистанционного зондирования является книга «Remote sensing: models and methods for image processing» (Schowengerdt, 2007), где автор подробно разбирает общие вопросы ДДЗ, модели датчиков и данных, варианты преобразований и обработки, классификацию изображений. Также полезные материалы представлены в книге «Remote sensing and image interpretation» (Lillesand, 2015). В ней

приводятся сведения о фотограмметрических основах ДДЗ, об основных спутниковых оптических системах, о использовании ДДЗ в разных сферах.

С целью создания карт, отражающих процессы урбанизации в крупных городах, оптимально использовать космические аппараты с низким пространственным разрешением так как используются масштабы, для которых порядки разрешения в 10-30 м будут приемлемыми.

Хорошим вариантом для проведения подобных работ являются данные полученные спутниками программы Landsat. История данного проекта начинается в 60-х годах, когда появляются инициативы создания системы, которая позволит получать регулярные снимки почти всей земной поверхности. В 1966 был запущен проект EROS (Earth Resources Observation Satellites), расшифровку которого можно перевести как «Спутники наблюдения за ресурсами Земли». Для аппаратов была выбрана солнечно-синхронная полярная орбита, по которой они совершали несколько оборотов вокруг Земли ежедневно. Такой тип орбиты позволяет космическому аппарату проходить над экватором на разной долготе при каждом обороте, благодаря этому спутник полностью покрывает снимками поверхность за 251 оборот, на что уходит около 16 дней. Первый спутник программы ERTS-1 (позднее переименован в Landsat-1) был запущен 23 июля 1972 г. усилиями министерства обороны, NASA и министерства сельского хозяйства США. Проект EROS способствовал международной кооперации, сосредоточенной на науке и технике, в том числе в области управления Landsat. (Геологическая служба США, 2022)

В те времена страны по всему миру использовали данные Landsat, но отсутствовала общепринятая система маркировки отдельных сцен. С целью каталогизации снимков Канадский центр дистанционного зондирования (CCRS) создал серию сеток пролетов над территорией своей страны. Геологическая служба США (USGS) позже приняла эту схему, но расширив сеть на всю территорию Земли. Система получила наименование WRS-1 и включала 251 траекторию и 119 рядов, пересечение которых указывало на центр сцены. На данный момент актуальной является система WRS-2 (233 траектории и 124 ряда). Спутники Landsat-2, 3, 4 были запущены в 1975, 1978 и 1982 гг. соответственно. Landsat-5, достигший орбиты в 1984 г., стал самым долгоживущим аппаратом дистанционного зондирования. Он проработал 28 лет и 10 месяцев. Аппарат Landsat-6 не смог выйти на орбиту и был потерян в 1993 г. Ныне действующие аппараты Landsat-7,8,9 были запущены в 1999, 2013, 2021 гг. соответственно. Временные рамки работы аппаратов представлены на (рис.21) (Геологическая служба США, 2022)



Рис.21. Сроки работы аппаратов Landsat (Геологическая служба США, 2022)

Для получения изображений поверхности аппараты серии Landsat используют сканирующие устройства. Landsat 1-5 несли на своем борту мультиспектральный сканер (MSS), Landsat 4-5 имели устройства MSS и TM (Thematic mapper), Landsat 7 – ETM+ (Enhanced thematic mapper), Landsat 8 – OLI (Operation Land Imager) и TIRS (Thermal infrared sensor), Landsat 9 – OLI-2 и TIRS-2. Основными отличиями поколений инструментов является пространственное разрешение, а также радиометрическое разрешение (то, сколько бит выделяется для кодирования значения каждого пикселя, то есть определяет число градаций серого). Кроме того, отличается спектральное разрешение, которое определяет количество каналов и диапазон волн в них. Каналы и их характеристики для некоторых поколений Landsat представлены в (таб.3,4,5). (Геологическая служба США, 2022)

Наименование канала	Диапазон длин волн, мкм	Пространственное разрешение
Band 1 Blue	0,45-0,52	30 m
Band 2 Green	0,52-0,60	30 m
Band 3 Red	0,63-0,69	30 m
Band 4 Near-Infrared	0,76-0,90	30 m
Band 5 Near-Infrared	1,55-1,75	30 m
Band 6 Thermal	10,40-12,50	120 m
Band 7 Mid-Infrared	2,08-2,35	30 m

Таб.3. Каналы Landsat 4-5, инструмент TM (Геологическая служба США, 2022)

Наименование канала	Диапазон длин волн, мкм	Пространственное разрешение
Band 1 Blue	0,45-0,52	30 m
Band 2 Green	0,52-0,60	30 m
Band 3 Red	0,63-0,69	30 m
Band 4 Near-Infrared	0,77-0,90	30 m
Band 5 Short-wave Infrared	1,55-1,75	30 m
Band 6 Thermal	10,40-12,50	60 m
Band 7 Mid-Infrared	2,08-2,35	30 m

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

Таб.4. Каналы Landsat 7, инструмент ETM+ (Геологическая служба США, 2022).

Наименование канала	Диапазон длин волн, мкм	Пространственное разрешение
Band 1 Coastal Aerosol	0,43-0,45	30 m
Band 2 Blue	0,45-0,51	30 m
Band 3 Green	0,53-0,59	30 m
Band 4 Red	0,64-0,67	30 m
Band 5 Near-Infrared	0,85-0,88	30 m
Band 6 SWIR 1	1,57-1,65	30 m
Band 7 SWIR 2	2,11-2,29	30 m
Band 8 Panchromatic	0,50-0,68	15 m
Band 9 Cirrus	1,36-1,38	30 m
Band 10 TIRS 1	10.6-11.19	100 m
Band 11 TIRS 2	11.5-12.51	100 m

Таб.5. Каналы Landsat 8-9, инструменты OLI/TIRS, OLI-2/TIRS-2 (Геологическая служба США, 2022).

Данные, полученные системами Landsat, находятся в открытом доступе на интернет-портале Earthexplorer Геологической службы США. Они предоставляются в виде архивов, включающих в себя набор геопривязанных изображений для каждого канала в формате «geotiff», а также файлы с метаданными.

Перед работой необходимо провести атмосферную коррекцию, вариант которой для системы Landsat-7 представлен в работе «Atmospheric Correction of Landsat ETM+ Land Surface Imagery – Part I: Methods» (Liang, 2001). Как правило, в программном обеспечении, которое позволяет работать с данными дистанционного зондирования имеются встроенные, либо реализованные в расширениях инструменты проведения атмосферной коррекции на основе набора каналов и метаданных.

Комбинируя каналы различным образом, можно получить синтезированные изображения (композит, синтез), которые будут лучше отражать определенные характеристики территории. Как правило, порядок каналов в синтезированном изображении обозначается числами соответствующим номеру канала сканера для каналов RGB композита. Далее стоит сказать пару слов о некоторых синтезах, часть из которых можно использовать для выделения застроенных территорий. Так как нумерация каналов у Landsat-5,7 и Landsat-8,9 разная, то далее в тексте будут приводиться комбинации каналов для Landsat-5,7, а в скобках для Landsat-8,9.

Комбинация 3-2-1 (4-3-2) придает изображению естественные цвета. Комбинация используется для представления данных в спутниковых и иных картах, позволяет анализировать состояние водных объектов, оценивать глубины. (рис.22)

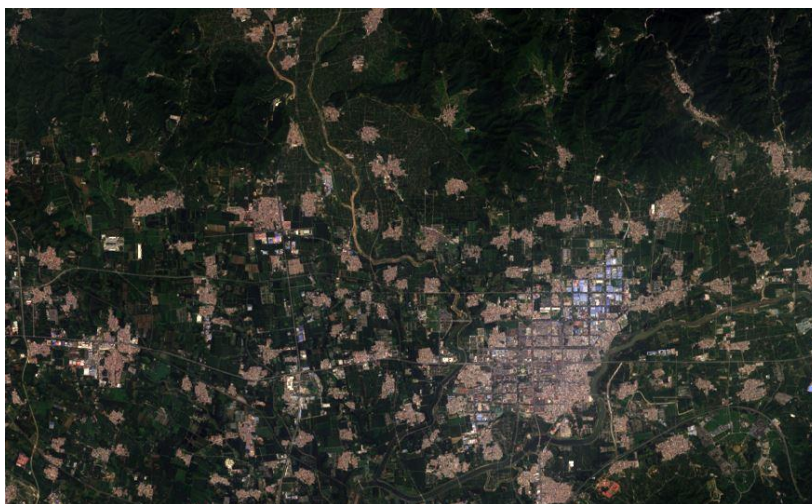


Рис.22. Синтез 3-2-1 (4-3-2).

Синтез 4-3-2 (5-4-3) - один из наиболее распространенных. Территория, покрытая растительностью, отображается оттенками красного, причем по оттенкам можно различать характер растительности. Темно-красный характерен для хвойных лесов, лиственные же выглядят более светлыми. Поля и пашни – розовым, городская территория – зелено-голубым. (рис.23) (Gislab, 2005)



Рис.23. Синтез 4-3-2 (5-4-3).

В композите 7-4-2 (7-5-3) растительность выглядит ярко-зеленой, открытым почвам характерен розовый цвет, коричневые и оранжевые оттенки показывают разреженную растительность, города – розово-фиолетовым. При использовании данной комбинации достигается хороший результат при исследовании пустынь, сельскохозяйственных угодий, болот, последствий лесных пожаров. Полезна и при выделении застройки. (рис.24)

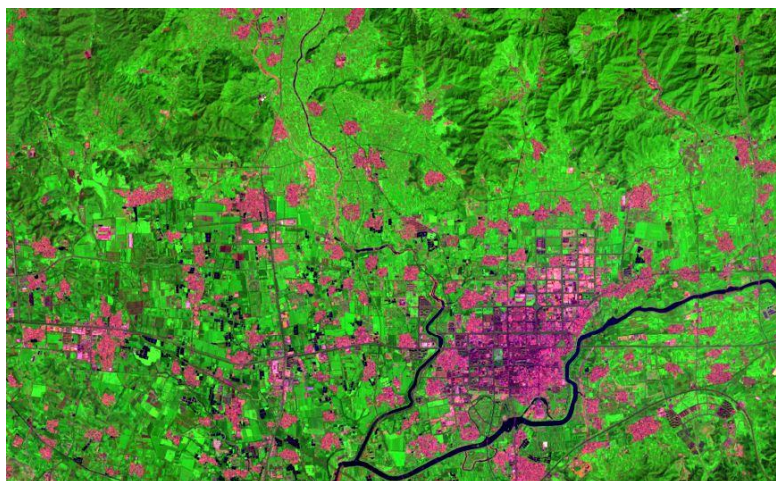


Рис.24. Синтез 7-4-2 (7-5-3).

Применительно к теме урбанизации целесообразно использовать NDBI (Normalized Difference Built-Up Index) – нормализованный разностный индекс застройки, используемый для выделения искусственно застроенных территорий. Для его расчета используются каналы ближнего инфракрасного диапазона (NIR) и коротковолнового инфракрасного диапазона (SWIR). На (рис.25) представлено изображение NDBI. На выбранной для примера цветовой схеме для наиболее плотно застроенных территорий характерен желто-зеленый цвет, меньшая его интенсивность показывает менее плотно застроенные территории. Темно-синие и часть светло зеленых цветов отображают растительность. (Gislab, 2005)

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$

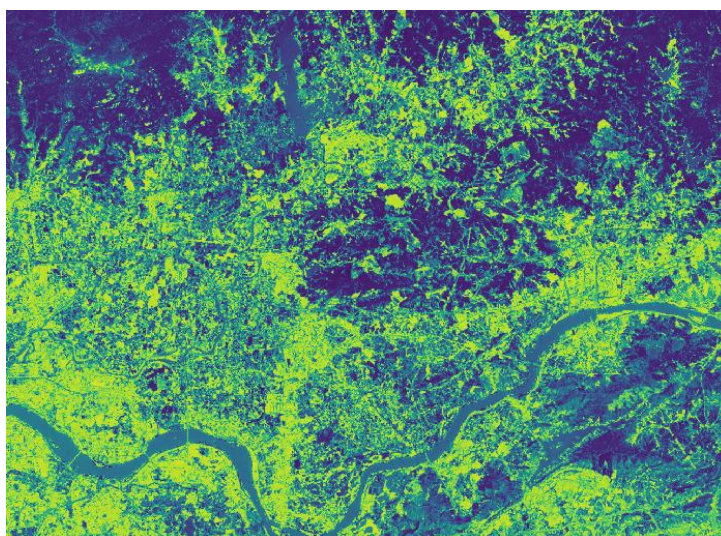


Рис.25. Индекс NDBI, застроенные территории показаны желто-зеленым.

Также можно использовать индекс UI (Urban Index – Городской индекс), в целом, он похож на NDBI, отличие заключается в том, что вместо канала SWIR используется канал SWIR2. Использование данного индекса в некоторых случаях может повысить качество выделения застроенных территорий.

В настоящее время использование спутниковых снимков с целью создания карт или векторных слоев для будущего анализа весьма распространено в т.ч. для картографирования городов. Так в работе «Evaluating landscape changing due to urbanization using remote sensing data: A case study of Shijiazhuang, China» (Shi, 2008) проводился анализ изменения городского округа Шицзячжуан на основе изображений, полученных аппаратами Landsat в 1987 и 2001 гг. Авторами были выделены 9 классов: городские, жилые, пахотные земли, овощные поля, деревья, сады, водные объекты, пески/голая почва, трава. Для расчета индексов и классификации использовался метод скользящего окна в программе Fragstats. По итогу были получены визуальные модели (рис.26) показывающие классы, перечисленные ранее. Применительно к нашей работе интересен класс городских земель, который значительно вырос, за исследуемый период, что четко видно по карте.

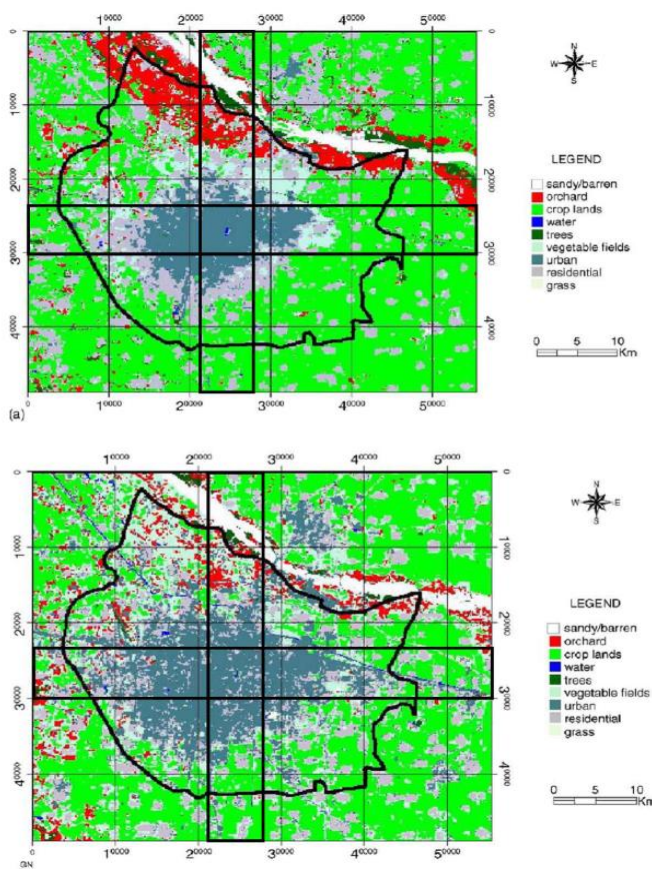


Рис.26. Картографическая модель изменения городской территории округа Шицзячжуан (Shi, 2008)

В работе «Методы анализа спутниковых изображений для исследования урбанизации и землепользования в период с 1975 по 2015 г. в г. Самаре» (Бури, 2015) на основе данных спутников Landsat была проведена классификация по методу максимального правдоподобия входящего в программный продукт ArcGIS 10.1. Далее проводилась проверка и при необходимости результат кластеризации редактировался вручную. Всего было выделено 4 класса: застроенные территории, лес, сельскохозяйственные угодья, водные объекты. В итоге работы авторами были рассчитаны площадь отдельных классов в каждый из исследуемых годов и относительное изменение площадей отдельных типов ландшафтов, а также представлены визуальные модели проведенной классификации, где хорошо видно рост городской территории (рис.27).

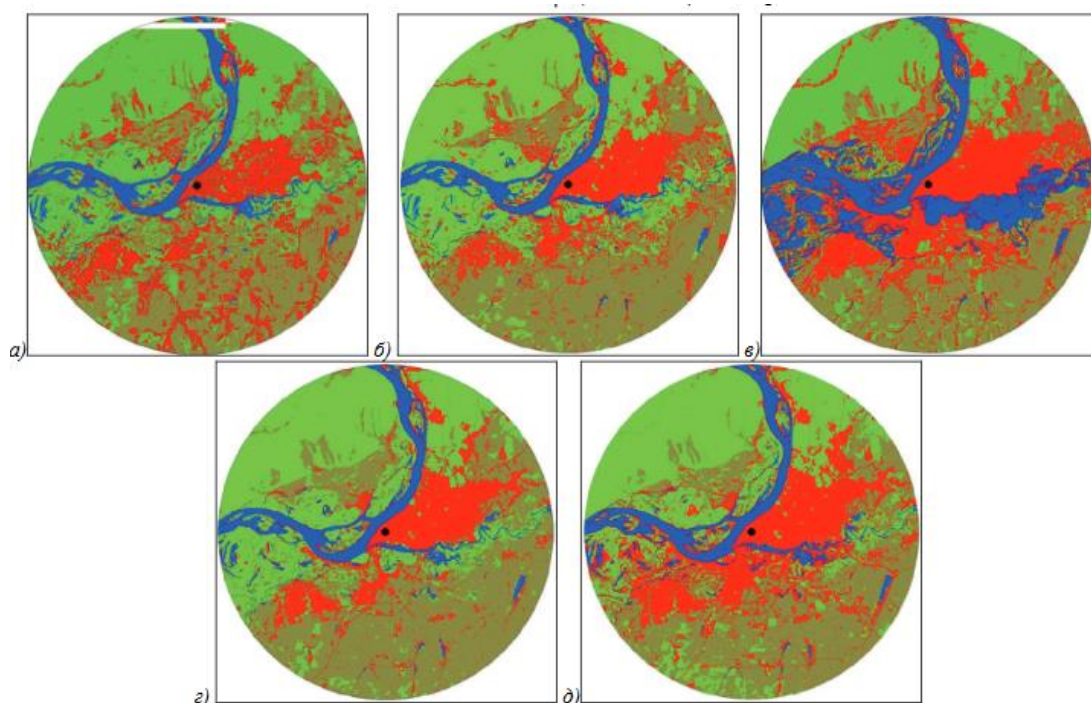


Рис.27. Землепользование и результаты классификации территории г. Самары в 1975 (а), 1985 (б), 1995 (в), 2005 (г). Застроенные территории – красный, лес – зеленый, сельскохозяйственные угодья – зеленый, водные объекты – синий (Бури, 2015)

В статье «GIS-mapping Of Urbanization In Asia Countries Using Remote Sensing Data» описывается создание карт изменения площади урбанизированных территорий 3 территорий Китая: Гонконга, Шэньчжэня и центра провинции Гуандун. В работе использовались снимки, полученные аппаратами Landsat-7,8. На основе ручного дешифрирования с использованием синтезированных изображений и индекса NDBI проводилось создание слоев застройки на 2000 и 2020 гг. для каждой из территорий. Кроме того, на основе снимков и данных Open Street Map создавались слои транспортной

сети, границ районов. В качестве подложки для карт была использована теневая отмывка рельефа, созданная на основе данных SRTM. Все вышеописанные процессы проводились в ПО QGIS. Окончательное оформление и добавление подписей производилось в программе Inkscape. Кроме того, на основе созданных слоев с помощью аналитических инструментов QGIS были рассчитаны примерные значения роста площади урбанизированных территорий.

ГЛАВА 4. СОЗДАНИЕ СЕРИИ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КНР, МАЛАЙЗИИ, НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ.

4.1 Физико-географическое и экономическое состояние объектов исследования.

С целью отражения наибольшего спектра особенностей процессов урбанизации, городских планировок, физико-географических особенностей, экономических возможностей стран необходимо было выбрать разные по этим пунктам страны и городские территории в них. Под эти критерии вполне попадают КНР, Малайзия, Новая Зеландия так как эти государства различны в физико-географических особенностях, климате, политике, экономических возможностях, населении. Было решено выбрать в каждой стране по одной из многонаселенных городских территорий. Таким образом в Китае был выбран Пекин, один из крупнейших городов мира, с его окрестными городами, с которыми он имеет значительные социально-экономические связи; в Малайзии выбор пал также на столицу, Куала-Лумпур с окрестностями, вокруг него также образовалась значительная по населению агломерация, но отличается тем, что она меньше, чем Пекинская, кроме почти непрерывная городская территория распространяется в сторону моря; в Новой Зеландии решено было взять Окленд, крупнейший город страны, он интересен тем, что он значительно меньше по населению, чем другие выбранные городские территории, с двух сторон зажат морем и отражает западную модель развития города в условиях Океании и АТР.

Китай – самая населенная страна в мире, по оценкам ООН в 2021 году в ней проживает 1,444 млрд. человек её территория является 3 в мире по площади. Экономику Китая относят к переходной, но, тем не менее, по номинальному ВВП страна занимает 2 место в мире (14,722 трлн. долл.), но по ВВП на душу (10,434 тыс. долл.) населения значительно меньше, по этому показателю КНР примерно на уровне России (Всемирный банк, 2020). Его столица, Пекин (рис.28), является одним из крупнейших городов мира, его население на 2020 г. - 21 893 095 чел. (Национальное бюро..., 2022). Первые сведения о населенном пункте относятся к концу 2-го тыс. до н.э.

Располагается город на краю Великой Китайской равнины, к западу от города находятся горы, которые ограничивают его рост в этом направлении. Климат Пекина умеренный муссонный, средняя температура самого теплого месяца 27,6 °С, самого холодного -2,8 °С (Погода и Климат, 2022).

В центре находится Запретный Город, который являлся императорской резиденцией. Отчасти именно он и традиция древнего времени делать квадратную планировку города послужила основой для будущей сети улиц, которая до сих пор

сохраняет прямоугольную форму. Активный рост городской территории начался во 2-й половине XX в., когда вокруг центральной части появились районы массовой жилой застройки. (Большая российская энциклопедия, 2022)



Рис.28. Пекин (Туризм.ру, 2018)

Кроме того, Пекин является одним из крупнейших индустриальных центров Китая. Имея значительные по населению пригороды, из которых в город съезжаются рабочие, создается колоссальная нагрузка на пригородный и городской транспорт. Основной транспорт – метрополитен, который является одним из самых больших в мире.

Из-за большого числа автотранспорта и промышленных предприятий экология города в весьма плачевном состоянии. Регулярно над городом стоит смог.

В административном плане Пекин является городом центрального подчинения, считается культурным и образовательным центром Китая. Внутреннее деление Пекина представлено на (рис.29).

Следующей выбранной страной является Малайзия. Население страны – 32,776 млн. чел. По номинальному ВВП страна находится в 3 десятке (337 млрд. долл.), по ВВП на душу населения государство соседствует с Китаем и Россией (10,412 тыс. долл.) (Всемирный банк, 2020). Экономику государства, как и КНР, относят к переходному типу. Столица, и по совместительству крупнейший город, Куала-Лумпур, была основана в 1857 г., имеет статус федеральной территории. Население составляет 1,75 млн. чел., агломерацию же населяет 8,419 млн. чел. (Департамент статистики Малайзии, 2021) Находится на юго-западе полуострова Малакка, в 30 км от берега Малаккского пролива. Климат города экваториальный, характерно огромное количество осадков (более 2500 мм. В течение года среднемесячная температура слабо меняется и находится в диапазоне от 26,9 до 28 °С (Погода и Климат, 2022).



Рис.29. Районы Пекина (Zhou, 2015)

Планировку большей части города можно охарактеризовать как произвольную. Центр представляет типичный деловой район современного города с небоскребами, офисами крупных организаций, гостиницами (рис.30). Интересной особенностью является то, что вплотную к Куала-Лумпуру располагаются другие крупные города Субанг-Джая, Кланг, Пучонг, которые по сути представляют собой одну большую городскую систему.



Рис.30. Куала-Лумпур (Трэвел Таймс, 2022)

В экономике города важную роль играют финансовые организации, страховые компании, сектор недвижимости и бизнес-услуг, розничной торговли. В последнее время в городе активно развивается туризм.

И третьей выбранной для исследования страной является Новая Зеландия – одна из самых экономически развитых стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Хотя и по номинальному ВВП страна является лишь 50 в мире (210,700 млрд. долл.), но по ВВП на душу населения занимает 29 место (41,441 тыс. долл) находясь рядом с Великобританией и Канадой (Всемирный банк, 2020). Кроме того, это, наверное, одна из «западных» стран АТР в плане уклада жизни и менталитета.

С целью картографирования процессов урбанизации был выбран крупнейший город – Окленд. Основан в 1840 г. Население 1,652 млн. чел. (World population review, 2022). Расположен город в значительной части на перешейке между бухтой Манукау и заливом Харуаку. Благодаря такой особенности расположения береговая линия Окленда крайне длинная, кроме того, значительная её часть сильно изрезана. Планировку города можно охарактеризовать как произвольную, хотя в некоторых районах присутствует регулярная прямоугольная планировка, опирающаяся на крупные улицы, которые как раз из-за расчлененности города заливами идут наиболее выгодным с точки зрения их проектирования путем. Вид центра Окленда представлен на (рис.31) Климат – субтропический океанический. Средняя температура самого теплого месяца 19,7 °С, самого холодного 10,9 °С (Погода и Климат, 2022).



Рис.31. Центр Окленда (Трэвел Таймс, 2022)

Окленд, хоть и не является столицей, крупный экономический центр Новой Зеландии. Он имеет развитую экономику с важной ролью финансового сектора, торговли и туризма. В городе имеют свои представительства крупные транснациональные корпорации. В окрестностях города находится несколько национальных парков и интересных природных достопримечательностей, которые привлекают туристов.

4.2 Общая технология создания карт урбанизированных территорий.

В ходе работы использовалось программное обеспечение QGIS версий 3.8.3 и 3.24.1, ArcGIS 10.4.1 (ArcMap) для работы с исходными растровыми данными, созданием на их основе векторных и компоновки полученных слоев. Для нанесения подписей, создания легенды карты и окончательного оформления использовался векторный графический редактор Inkscape 1.1.1.

Карты серии хоть и позиционируются как электронные, но, кроме просмотра на экране, они оптимизированы для печати на листе формата А4, соответственно на основе этого и рассчитывался масштаб.

На самих визуальных моделях было решено показать покрытие урбанизированных территорий на 2001 и на 2021 гг., наиболее важные автомобильные и железные дороги, границы субъектов и подписи муниципальных образований и городских районов. Выбор такого 20-летнего временного отрезка обоснован тем, что данного периода вполне достаточно для значительного изменения площади городской застройки (современные технологии постройки позволяют строить большие жилые дома и производственные корпуса и меньше чем за год, но даже если брать время для постройки крупных зданий 2-4 года, то этот период все равно кажется достаточным в этом плане). Кроме того, если взять, к примеру, Китай, то важную роль в его экономике играют пятилетние планы и, соответственно, за рассматриваемый период их прошло 4, что опять же говорит о достаточности выбранного временного отрезка.

В качестве основного исходного материала использовались снимки спутниковых аппаратов Landsat-5 или Landsat-7 (для 2001 г.) и Landsat-8 (для 2021 г.). Решение использовать более старый Landsat-5 для карты Пекина обосновано тем, что на нужный период (период активной вегетации и время, когда на большинство сельскохозяйственных угодий покрыты растениями), сцены более современного Landsat-7 были сняты в значительную облачность.

Исходные данные были получены с помощью интернет-ресурса Earthexplorer (Earthexplorer, 2022) Геологической службы США (USGS). На сайте необходимо было выбрать территорию установив на карте границы поиска или введя их вручную, выставить начальную и конечную даты интересующего нас отрезка времени. Кроме того, можно выбрать нужные месяцы, для нас это были май, июнь, июль, август, сентябрь, октябрь. (рис.32)

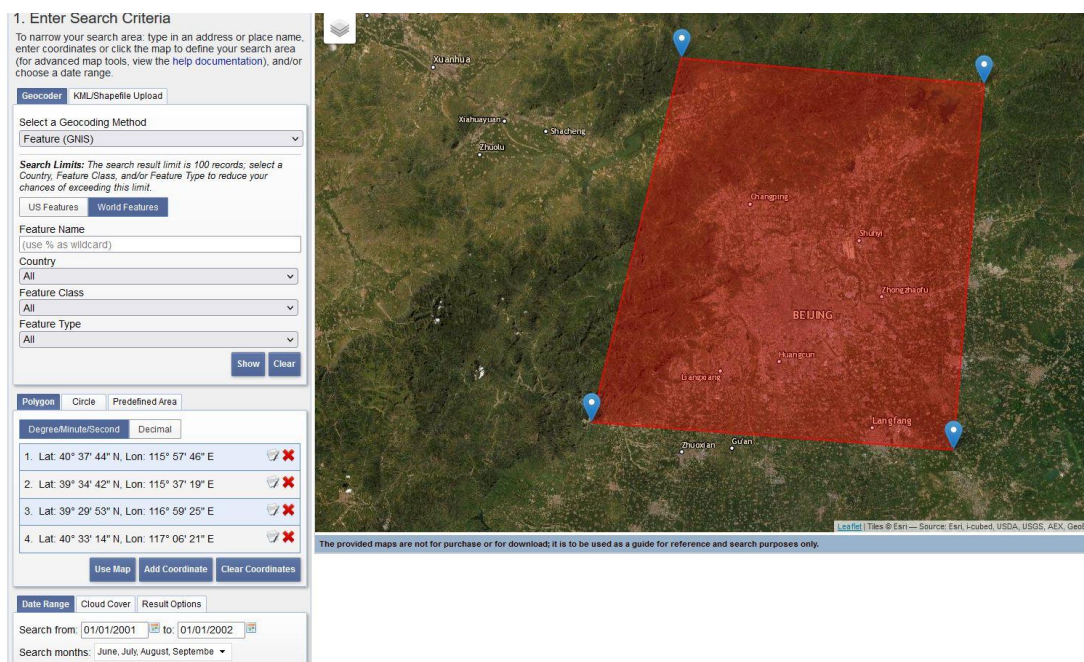


Рис.32. Начальное окно ресурса Earthexplorer, выбрана интересующая территория, введены необходимые даты.

Далее следует выбрать набор данных из множества доступных. В нашем случае это раздел «Landsat Collection 1 Level-1», где представлены поколения Landsat вплоть до 8 (рис.33).

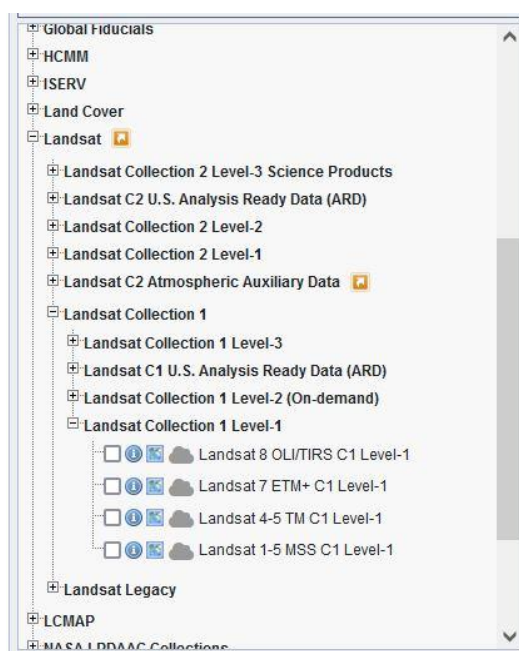


Рис.33. Раздел выбора набора данных Earthexplorer.

Затем можно перейти к выбору дополнительных параметров, набор которых может отличаться в зависимости от поколения Landsat. В данном случае задавался процент территории, которая покрыта облаками (менее 20%). После производился переход к вкладке результатов, в которой отображались сцены, соответствующие ранее

заданным условиям. В этом разделе можно осуществить их предпросмотр, увидеть границы покрытия (рис.34). Кроме того, проводился предпросмотр данных чтобы выбрать снимки, где облака не закрывают интересующие нас объекты. Далее проводилось скачивание и распаковка архивов с выбранными данными.

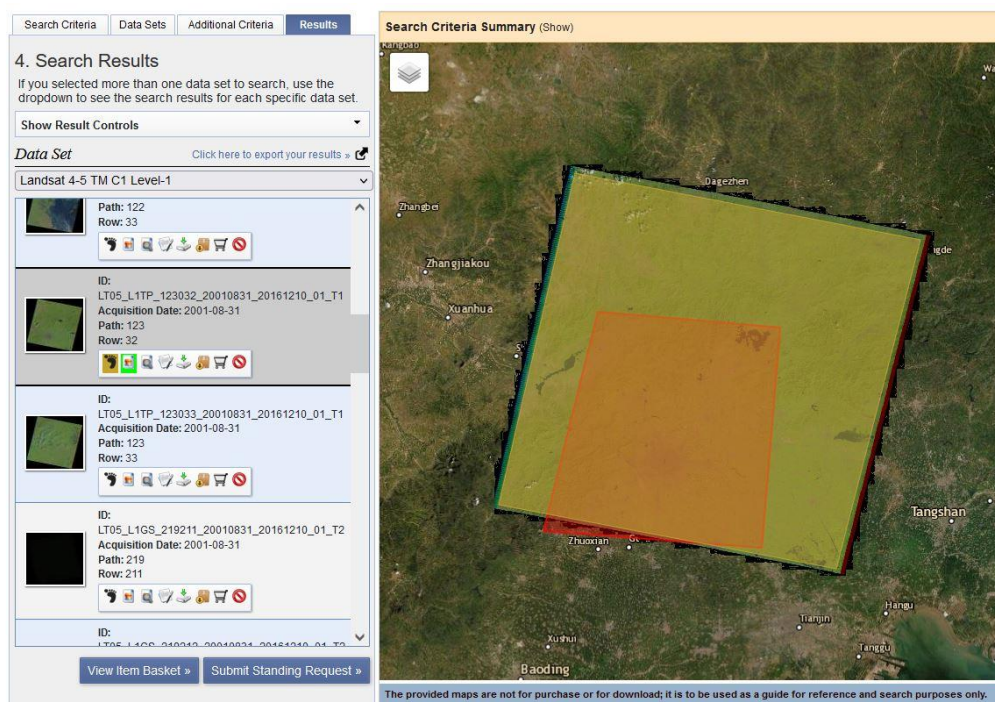


Рис.34. Вид окна результатов поиска Earthexplorer.

Следующим шагом являлась предварительная обработка снимков (радиометрическая калибровка, атмосферная коррекция). Для этого использовался модуль SCP (Semi-automatic classification plugin) для QGIS. Внутри окна модуля был выбран раздел «preprocessing», в котором далее выбран Landsat. В параметрах инструмента необходимо было выбрать директорию с файлами каналов, а также файл метаданных. Также была установлена галочка у параметра «Apply DOS1 atmospheric correction» и выбраны необходимые для дальнейшей работы каналы (рис.35). Перед запуском инструмента нужно выбрать папку, куда будут сохранены скорректированные снимки. Эта операция была проведена со всеми наборами данных.

Затем, на основе полученных файлов, с помощью инструмента «Raster calculator» был произведен расчет изображения «индекса урбанизации» UI (Urban Index) по формуле:

$$UI = \frac{SWIR2 - NIR}{SWIR2 + NIR}$$

где SWIR2 – коротковолновый инфракрасный канал, NIR – ближний инфракрасный. Также был рассчитан «водный индекс» (WRI, Water ratio index) с использованием формулы:

$$WRI = \frac{GREEN + RED}{NIR + SWIR2}$$

где GREEN – канал спектра зеленого цвета, RED – канала спектра красного цвета, NIR – ближний инфракрасный канал, SWIR2 – коротковолновый инфракрасный канал.

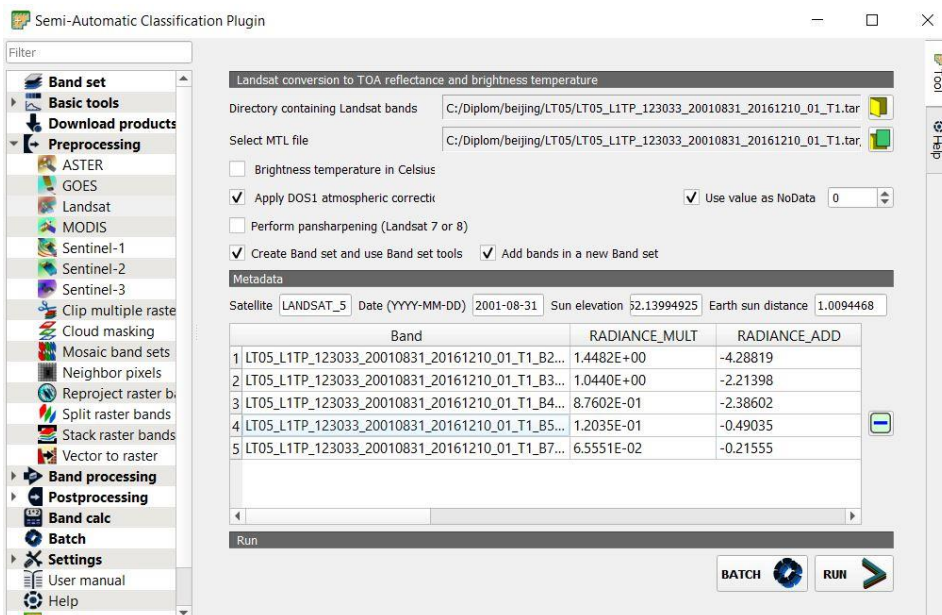


Рис.35. Окно предварительной обработки данных Landsat в SCP.

Далее с помощью инструмента «Build virtual raster» было создано синтезированное изображение с комбинацией каналов NIR, RED, GREEN для визуального дешифрирования городских территорий, с целью последующего контроля и коррекции выделения в автоматическом режиме на основе индексов урбанизированных территорий. С помощью полученного изображения был выяснен диапазон значений, соответствующий урбанизированным территориям, с целью использовать его для создания растра, на котором будет выделена застройка. Для всех карт этот диапазон был больше -0,35 (в единицах индекса UI). Подобным же образом выделялись водные объекты по индексу WRI (значения больше 1,8-2,2) в единицах индекса WRI).

Затем с помощью инструмента «Raster calculator» создавались бинарные растры застроенных территорий и воды, где каждому пикселю для данных объектов соответствовало значение 1 (рис.36). После, используя инструмент «Morphological filter», производилось удаление шумов и слишком мелких объектов. Использовались параметры: search mode – square, radius – 1, method – opening.

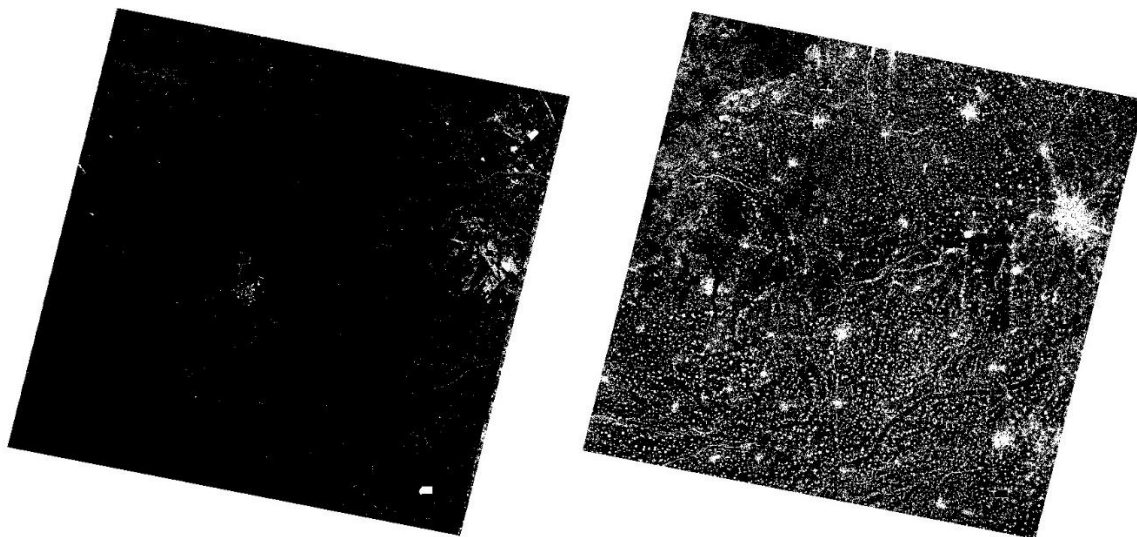


Рис.36. Индексные изображения WRI (слева) и UI (справа), белым на левом снимке обозначены водные объекты, белым на правом снимке – урбанизированные территории.

Далее использовался инструмент «Raster to Polygon» программы ArcGIS (было решено не использовать подобный инструмент в QGIS, так как в нем процесс выполняется значительно дольше) для перевода векторных изображений в набор полигонов. Затем из полученных слоев с помощью инструмента «Select by attributes» были выделены полигоны урбанизированных территорий, водных объектов и суши. Примеры представлены на (рис.37).

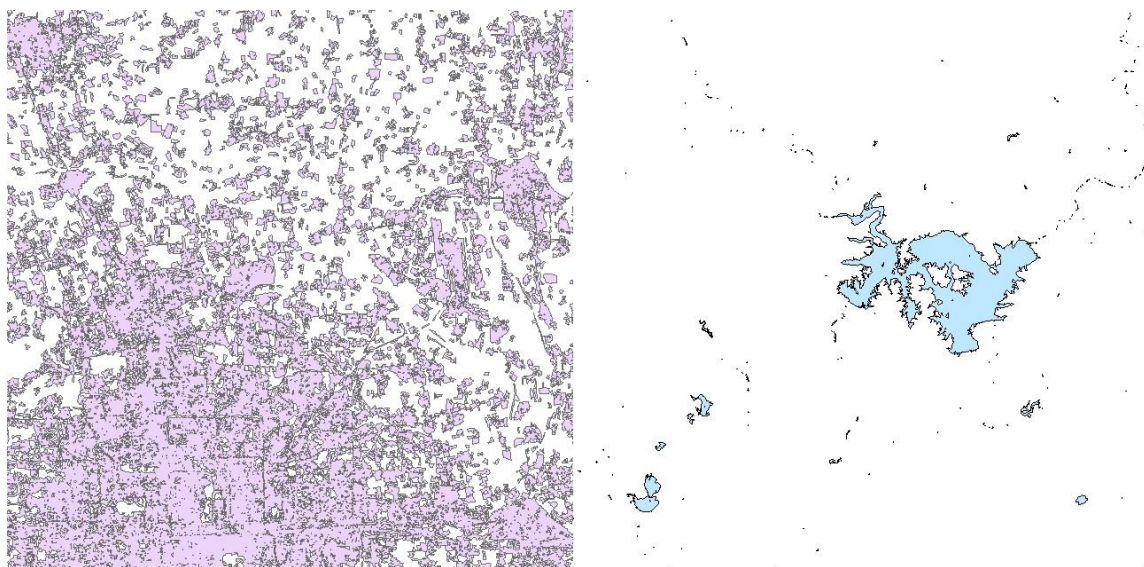


Рис.37. Фрагменты векторных слоев урбанизированных территорий (слева, фиолетовые) и водных объектов (справа, голубые) Пекина.

Следующим шагом необходимо было провести генерализацию полученных слоев чтобы карты в выбранных масштабах были хорошо читаемы, так как в сыром виде

векторные слои слишком детализированные. Для этого мелкие полигоны лежащие рядом были объединены в более крупные с помощью инструмента «Aggregate Polygons» (рис.38). Параметры расстояния и площадей задавались индивидуально в зависимости от масштаба каждой карты и особенностей городской территории.

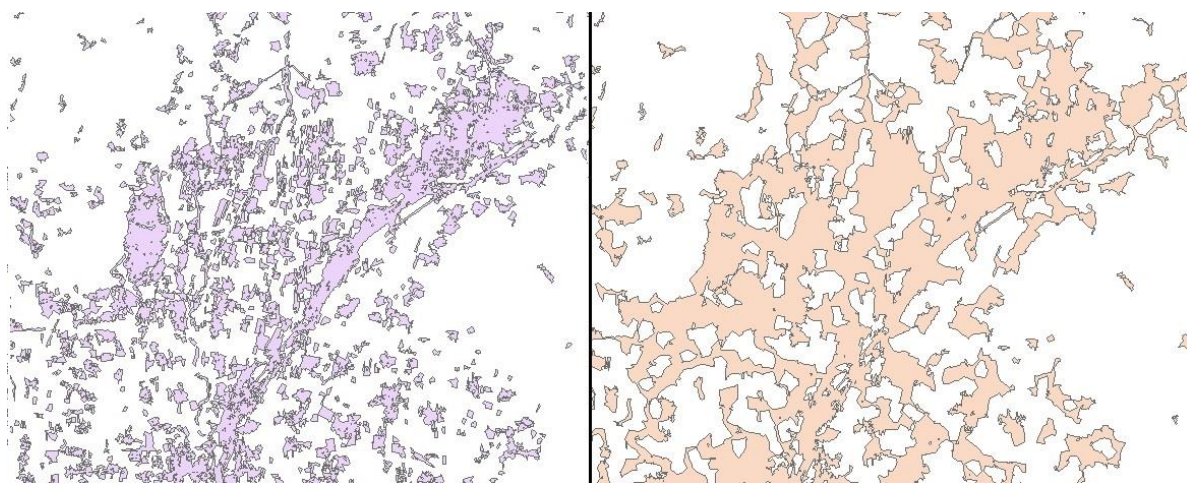


Рис.38. Пример работы инструмента «Aggregate polygons» с параметром расстояние 450 м для небольшого фрагмента урбанизированных территорий Пекина (слева – до, справа – после)

Затем проводилось сглаживание границ полученных полигонов инструментом «Smooth polygon» также с целью генерализации. Ещё одним вариантом для генерализации является «Simplify» в QGIS, который удаляет узлы в отличие от предыдущего инструмента, который делает границы более гладкими. Оба варианта не решают идеально проблемы качественного проведения процесса генерализации, но методом проб и ошибок можно подобрать хороший вариант для каждой конкретной территории.

Также стоит отметить, что при использовании индексов возникали ошибки в точном определении урбанизированных территорий. Так, часто могут определяться как застройка поверхности с открытым грунтом, пески, снег, скалы, водные объекты с взвесьями.

На следующем этапе, на основе карт OSM (Open Street Map) и полученного синтезированного изображения, создавался слой автомобильных и железных дорог. Так как изначально слои OSM слишком подробные, то на их основе производилось ручное построение транспортной сети, кроме того, это позволяло сразу проводить отбор наиболее важных дорог. Также подобным образом строились границы субъектов государств. Векторные слои суши и водных объектов создавались на основе полученного

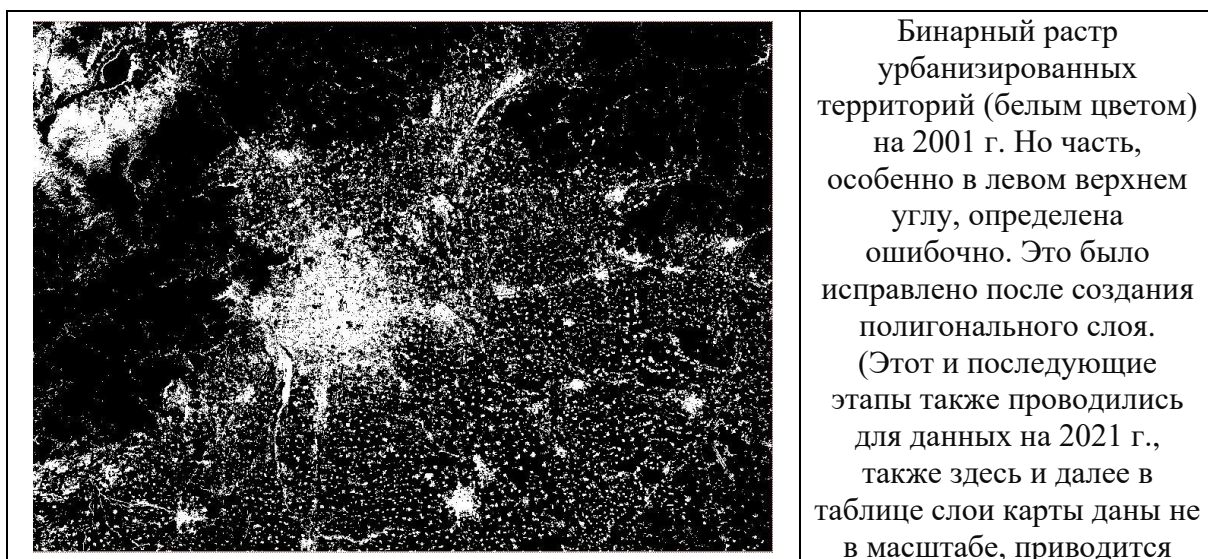
ранее векторного слоя по индексу WRI с генерализацией и ручной коррекцией с целью наилучшей презентации конечного варианта картографических моделей.



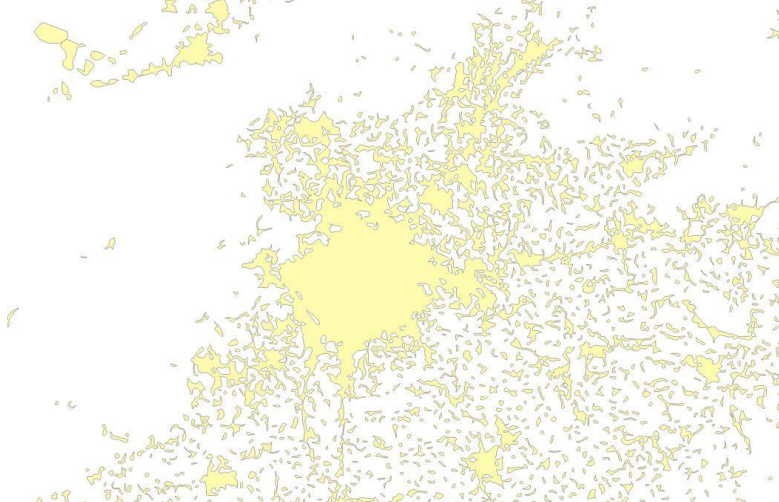
Затем в QGIS задавались стили всем полученным слоям. Создавался макет, где определялась область карты на листе, задавался масштаб, в автоматическом режиме создавалась координатная сетка. После макет добавлялся в программу Inkscape, где оформлялась рамка, давались подписи районов, муниципальных образований, составлялась легенда, оформлялось название карты.

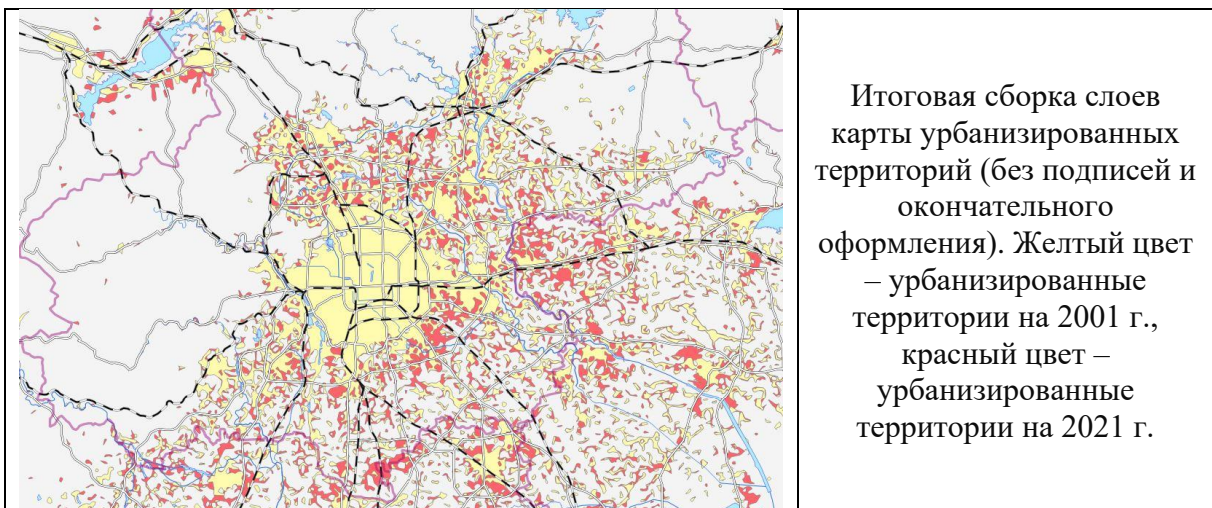
4.3 Создание электронной карты урбанизированных территорий г. Пекин и окрестностей.

В связи с особенностью Пекина, что в административном плане он является субъектом государства и его площадь в разы больше, чем его основная урбанизированная территория, было решено делать карту на южную часть Пекина, как субъекта, но которая полностью захватывает центральную часть города. Кроме того, в итоговую карту попали территории окрестных субъектов. Решено было использовать масштаб 1:700 000, чтобы наиболее полно показать связь центра с прилегающей местностью в плане городских сетей.

В целом, этапы создания карты совпадают с ранее описанными, но есть некоторые отличия. Так, выбранная территория не покрывалась одной сценой Landsat. Поэтому на 2001 и на 2020 гг. соответственно использовались по 2 снимка, которые объединялись в один на этапе перед созданием векторных моделей застройки и суши/воды с помощью инструмента QGIS «Merge». Далее все этапы выполнялись аналогично, но для объединенных изображений. Основные этапы работы над картой, представлены в (таб.6). Итоговая карта представлена в Приложении 1.



	<p>лишь общий уменьшенный вид)</p>
	<p>Векторный слой урбанизированных территорий (фиолетовый цвет) на 2001 г. с выделенной застройкой до генерализации и коррекции ошибочных определений.</p>
	<p>Векторный слой урбанизированных территорий (желтый цвет) на 2001 г. после генерализации с использованием функций ArgGIS «aggregate polygons» и «smooth polygon».</p>
	<p>Итоговый векторный слой застройки (желтый цвет) на 2001 г., скорректированный вручную и с удаленными наиболее мелкими участками, с сохранением общей структуры для наилучшего отображения на карте.</p>

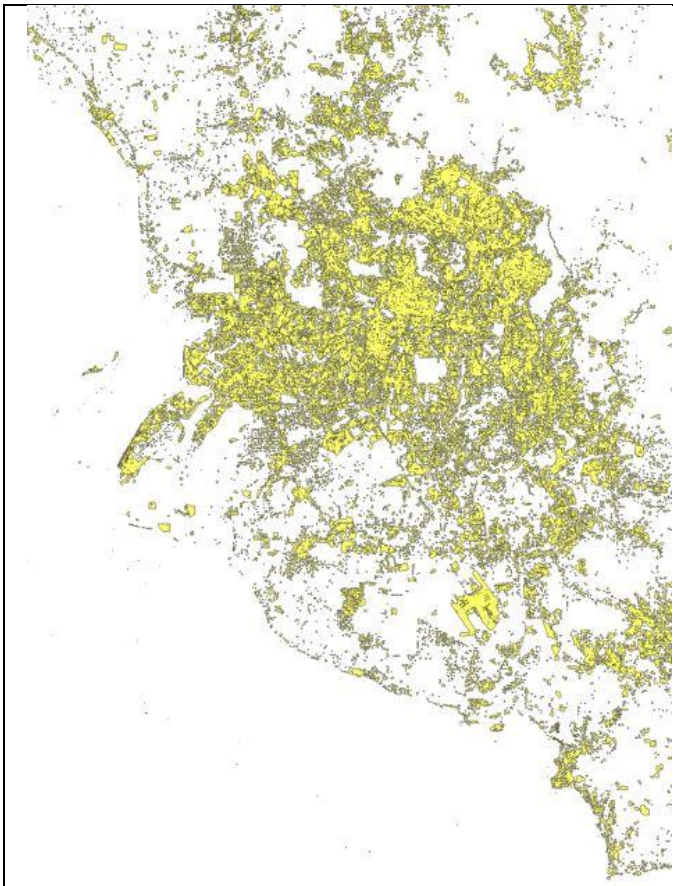


Таб.6. Основные этапы работы над картой Пекина и окрестностей.

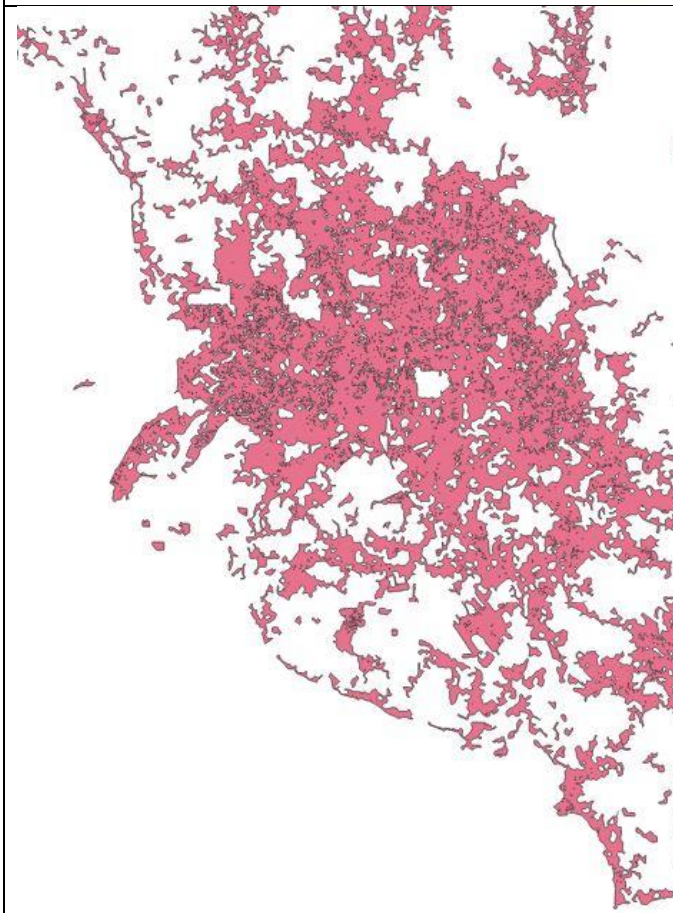
4.4 Создание электронной карты урбанизированных территорий г. Куала-Лумпур и окрестностей.

В связи со значительной ролью окружающих городов, которые буквально срослись с Куала-Лумпуром, было решено использовать масштаб 1:500 000, который позволяет показать основные детали в изменении площади урбанизированных территорий в совокупности. Основные технологические этапы создания карты так же сохранились без значительных изменений и отражены в (таб.7). Итоговая карта представлена в Приложении 2.

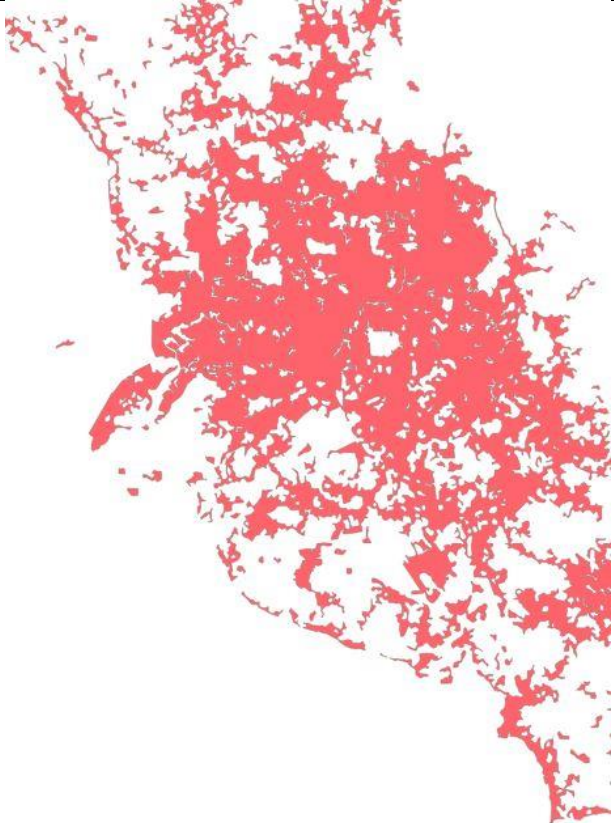
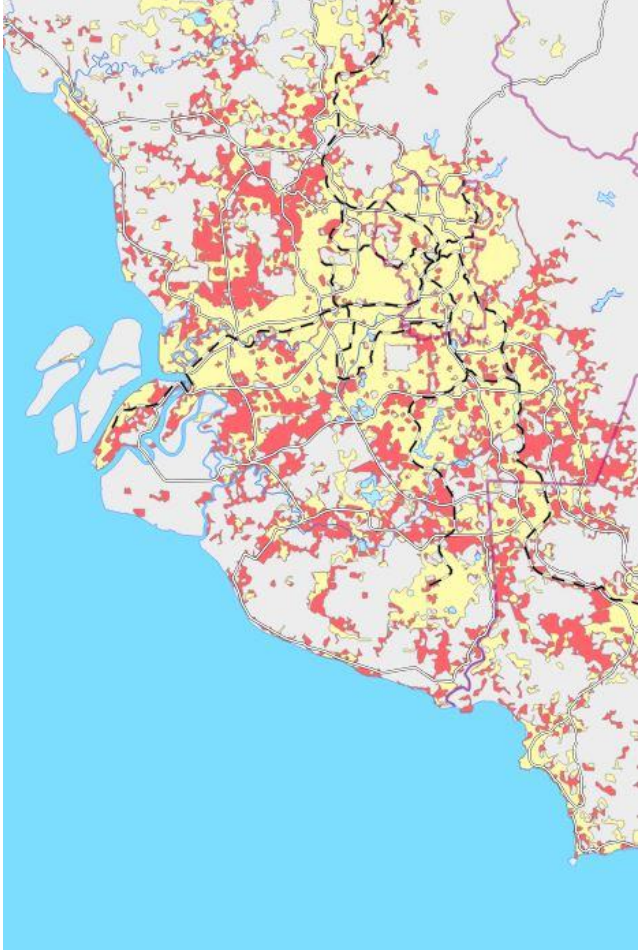




Векторный слой урбанизированных территорий (желтый цвет) на 2021 г. с выделенной застройкой до генерализации и коррекции ошибочных определений.



Векторный слой урбанизированных территорий (красный цвет) на 2021 г. после генерализации с использованием функций ArgGIS «aggregate polygons» и «smooth polygon».

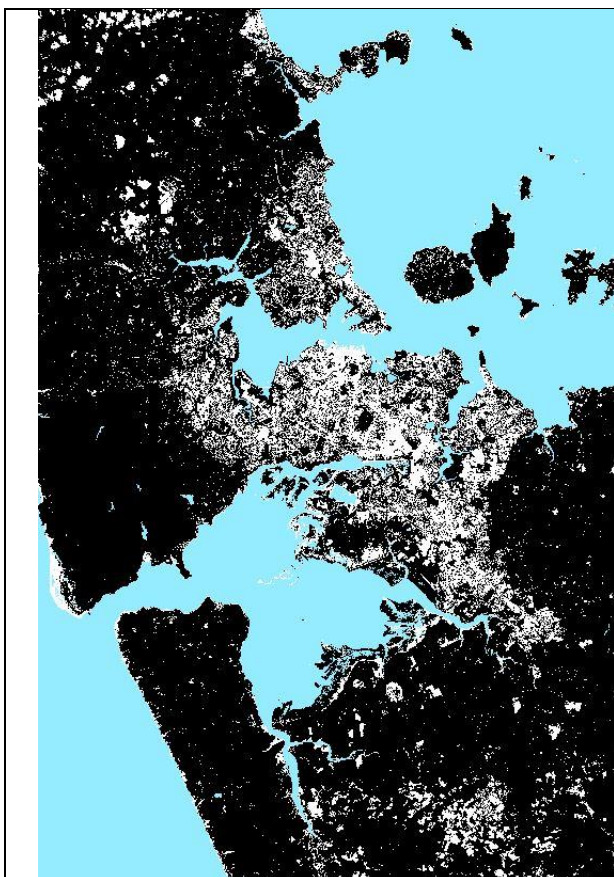
	<p>Итоговый векторный слой застройки (красный цвет) на 2021 г., скорректированный вручную и с удаленными наиболее мелкими участками, с сохранением общей структуры для наилучшего отображения на карте.</p>
	<p>Итоговая сборка слоев карты урбанизированных территорий без подписей и окончательного оформления. Желтый цвет – урбанизированные территории на 2001 г., красный цвет – урбанизированные территории на 2021 г.</p>

Таб.7. Основные этапы работы над картой Куала-Лумпура и окрестностей.

4.5 Создание электронной карты урбанизированных территорий г. Окленд.

В случае с Оклендом площадь города значительно меньше, но он относительно вытянут. Рядом с ним нет значительного количества крупных городов или их групп как в случае с Пекином и Куала-Лумпуром. Исходя из этого было решено делать карту в масштабе 1:300 000, что вполне достаточно чтобы показать сам город и часть региона Окленд.

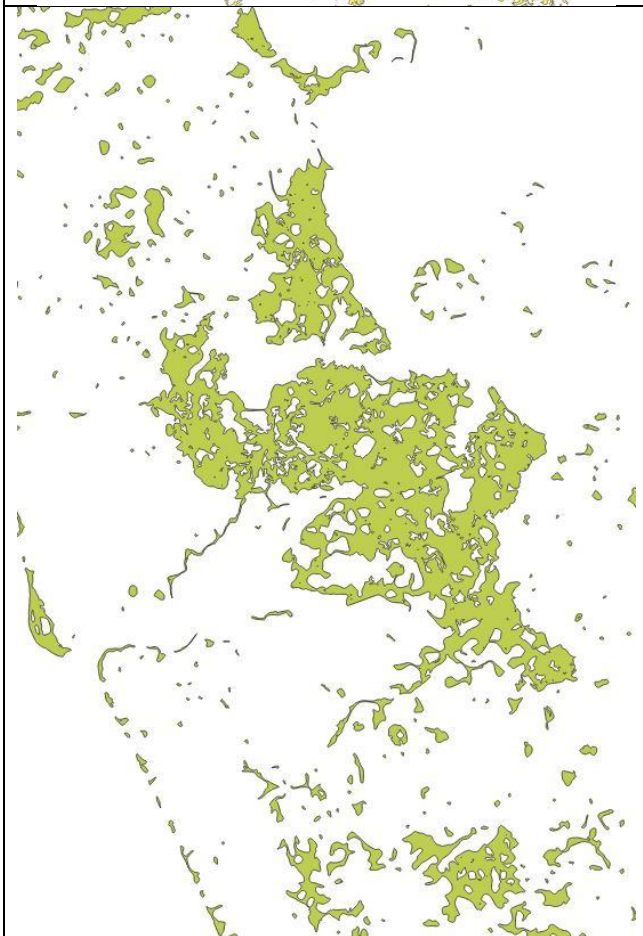
В процессе создания карт возникли некоторые сложности с тем, что значительные по площади территории побережья находятся на мелководье и/или регулярно затапливаются приливами. Всё это мешает адекватному определению границы суши по снимку на одно время. Кроме того, часть создающихся пляжей и водяных взвесей могут в индексных изображениях принимать значения близкие к застроенным территориям. В связи с этим пришлось выполнять значительную работу по исправлению вручную. Кроме того, как и в случае с Пекином пришлось объединять несколько сцен Landsat, так как один снимок не покрывал желаемую территорию. Основные этапы создания карты приведены в (таб.8). Итоговый вариант карты представлен в Приложении 3.



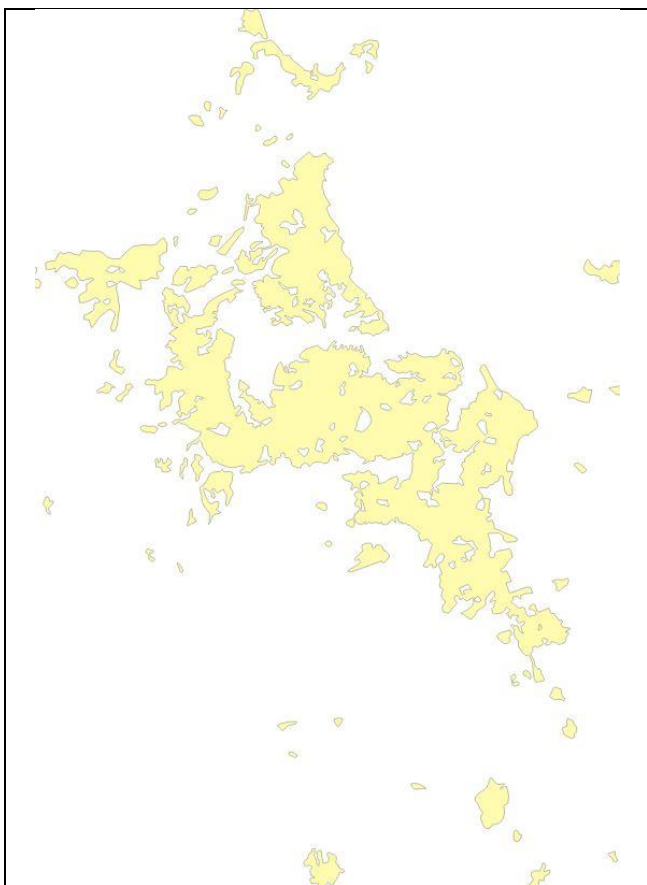
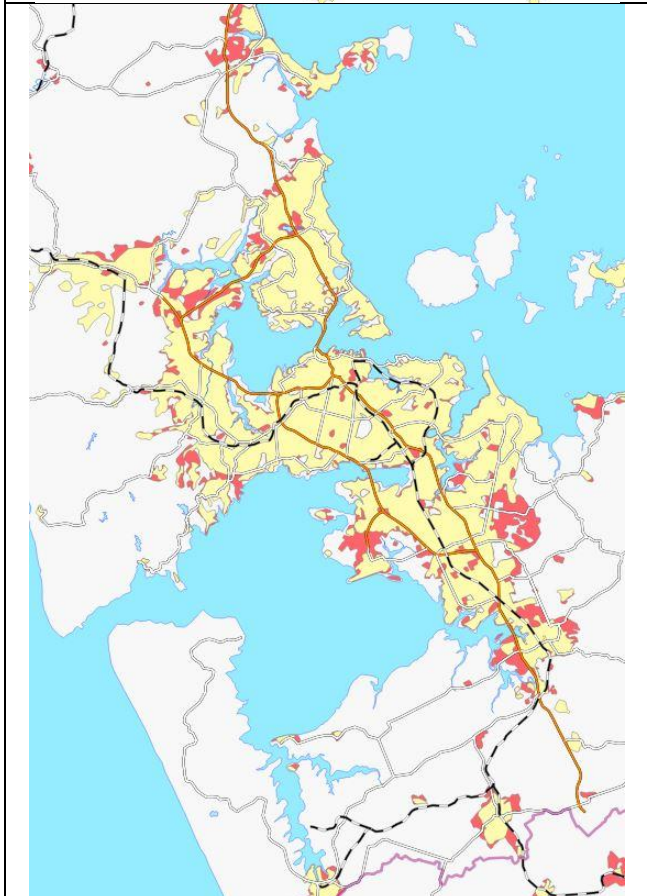
Бинарный растр урбанизированных территорий (белым цветом) на 2001 г. (Этот и последующие этапы также проводились для данных на 2021 г., также здесь и далее в таблице слои карты даны не в масштабе, приводится лишь общий уменьшенный вид)



Векторный слой урбанизированных территорий (желтый цвет) на 2001 г. с выделенной застройкой до генерализации и коррекции ошибочных определений.



Векторный слой урбанизированных территорий (зеленый цвет) на 2001 г. после генерализации с использованием функций ArgGIS «aggregate polygons» и «smooth polygon».

	<p>Итоговый векторный слой застройки (желтый цвет) на 2001 г., скорректированный вручную и с удаленными наиболее мелкими участками, с сохранением общей структуры для наилучшего отображения на карте.</p>
	<p>Итоговая сборка слоев карты урбанизированных территорий без подписей и окончательного оформления. Желтый цвет – урбанизированные территории на 2001 г., красный цвет – урбанизированные территории на 2021 г.</p>

Таб.8. Основные этапы работы над картой Окленда.

ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ СТРАН КНР, МАЛАЙЗИИ И НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ.

С использованием аналитических инструментов ArcGIS на основе полученных векторных слоев был рассчитан процент прироста площади урбанизированных территорий для каждого из картографируемых в данной работе участков. Пекин с его окрестностями с 2001 по 2021 гг. вырос примерно на 21%, что достаточно немало, для города такого размера. В основном, что логично, основной рост был сосредоточен на окраинах. Стоит отметить, что новые районы местами соединяли лучи застройки вдоль дорог (рис.39), а также меньшие районы.

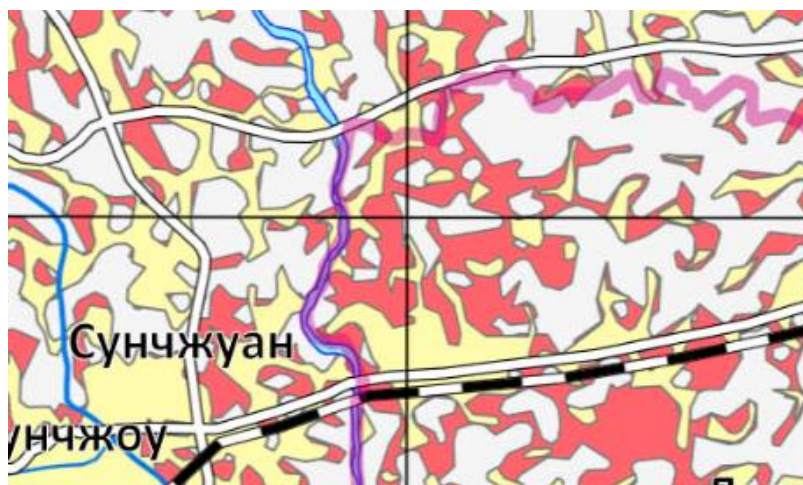


Рис.39. Новые районы, соединяющие застройку вдоль дорог и между крупными районами (новые районы – красным, старые - желтым).

Если рассматривать центральную часть Пекина, то наиболее значительный рост окраин наблюдался на востоке и юго-западе, а также в более разрозненном формате на севере уплотняя ткань города.

Также стоит отметить увеличение площади застройки вокруг крупнейших соседних центров Ланфан, Чжочхоу, Шуян, Саньхэ (рис.40).

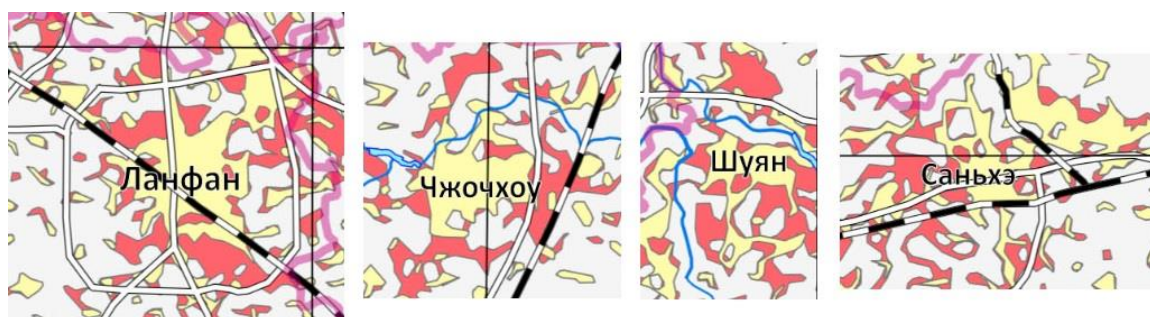


Рис.40. Рост городов Ланфан, Чжочхоу, Шуян, Саньхэ (новые районы – красным, старые - желтым).

На картографируемом участке Куала-Лумпура и окрестностей происходил значительный рост урбанизированных территорий, который составил около 44%. Но сам Куала-Лумпур почти не вырос, так как, по сути, он почти достиг предела роста в своих границах. Но, как уже описывалось ранее, Куала-Лумпур плавно переходит в другие города, не прерывая территорию застройки. Так что и рост происходил в основном в окружающих городах. Стоит отметить 3 основных зоны роста: к западу и северо-западу от города Петалинг-Джая; на юг от Кланга и Субанг-Джая; а также в широтном направлении между Путраджайей и Сепангом (рис.41).

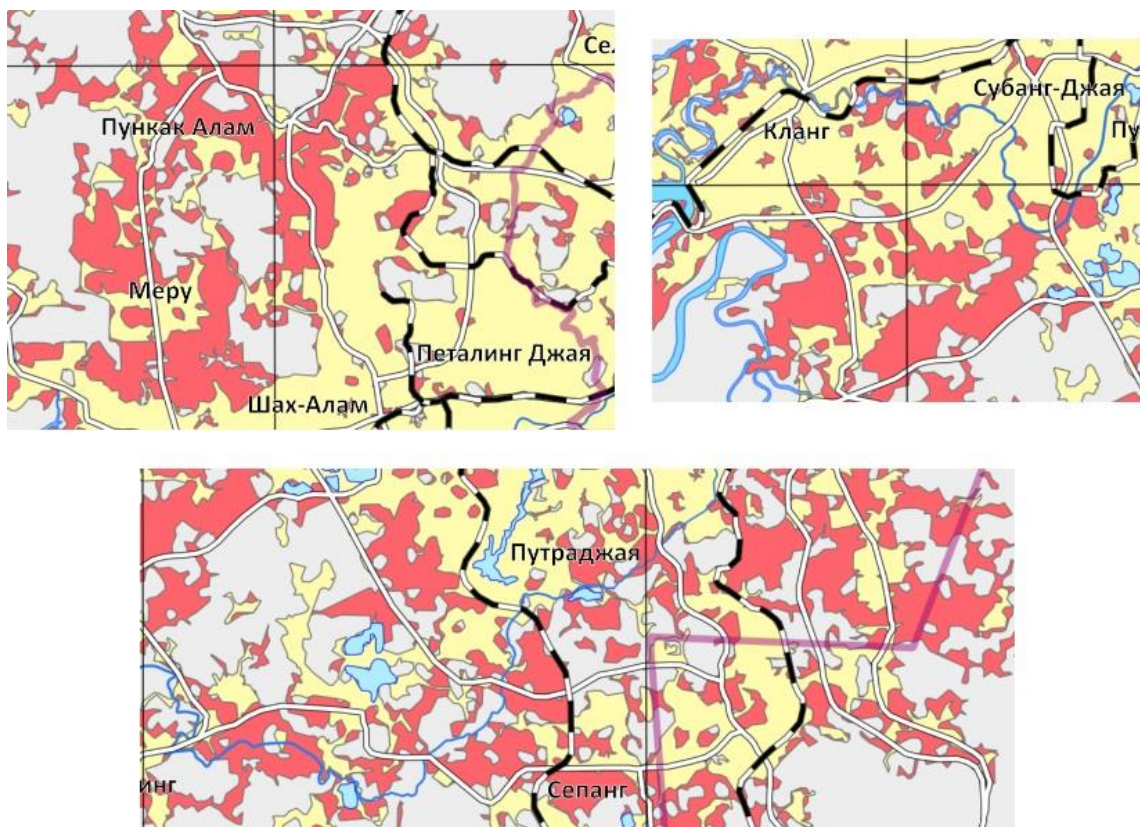


Рис.41. 3 основных зоны роста урбанизированных территорий в окрестностях Куала-Лумпура (новые районы – красным, старые - желтым).

В иных частях территории рост меньше, но, местами, вдоль дорог и населенных пунктов увеличение площадей застройки значительно.

Наименьший рост урбанизированных территорий наблюдался в Окленде и составил около 11%. Центральная часть города находится на перешейке и границы города упираются с двух сторон в море. Два крупных очага застройки располагаются с запада и востока от района Манукау (рис.42).



Рис.42. Новые районы (красным) к западу и востоку от Манукау (новые районы – красным, старые - желтым).

Кроме того, несколько новых территорий появилось на самом юге в районе Папакура, в городе Пукекохе (рис.43).

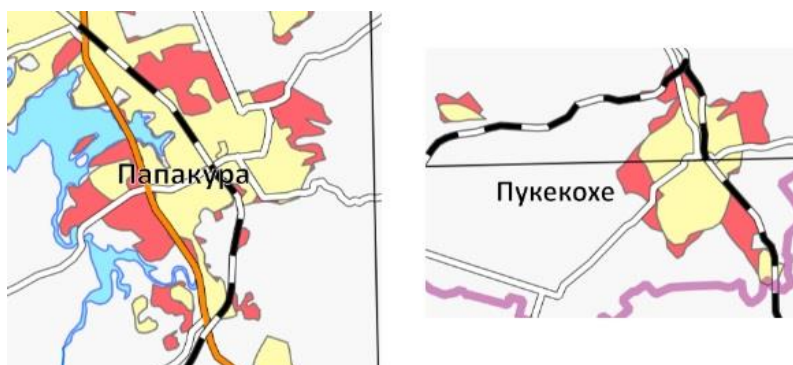


Рис.43. Новые районы застройки в Папакуре и Пукекохе (новые районы – красным, старые - желтым).

На севере города рост происходил севернее районов Мэссей и Олбани, в Хуапae, на западе района Орева (рис.44).

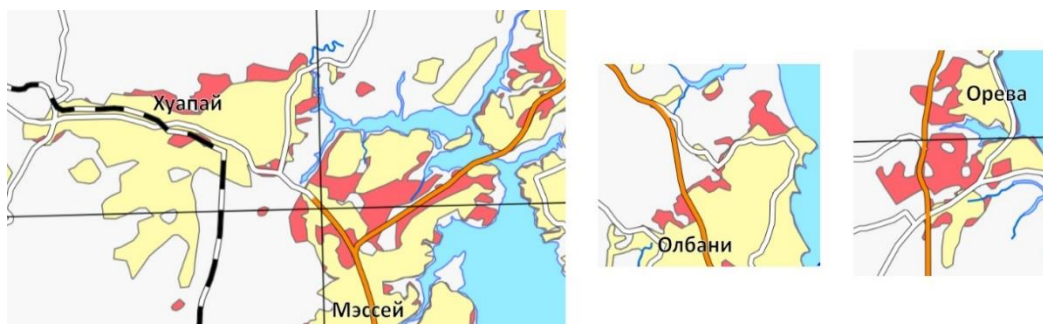


Рис.44. Новые районы застройки (красным).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были изучены основные теоретические и исторические аспекты урбанизации. Описаны важные вехи в истории городского развития, принципы и традиции проектирования населенных пунктов разных времен и территорий. Проанализирована информация об особенностях процессов урбанизации, о возможных вариантах формирования крупных агломераций, о современных тенденциях в развитии населенных пунктов.

Исследована история создания карт городов, описаны наиболее интересные и важные работы в этом направлении. Изучены материалы по теоретическим аспектам картографирования процессов урбанизации, а также различные виды карт в т.ч. современные.

Рассмотрены физико-географические особенности Азиатско-Тихоокеанского региона, представлена информация о его климате, рельефе, тектонике. Приведены основные сведения о экономическом и социальном состоянии региона в целом и об отдельных его частях.

Изучен опыт применения данных дистанционного зондирования для картографирования урбанизированных территорий на основе учебно-методических материалов и научных статей, в том числе последних лет. Выбраны оптимальные способы работы с ДДЗ и возможности их представления.

Созданы электронные карты урбанизированных территорий г. Пекин и окрестностей, г. Куала-Лумпур и окрестностей, а также г. Окленда. Описана технологическая схема создания подобных картографических моделей, которая может применяться для создания карт иных территорий или других временных промежутков.

На основе полученных в ходе работы векторных слоев урбанизированных территорий было рассчитано, что из исследуемых территорий в период с 2001 по 2021 гг. наибольший рост показал г. Куала-Лумпур с окрестностями (44%), далее следует г. Пекин с пригородами (21%). Наименьший рост оказался в г. Окленд (11%). Кроме того, в работе выделены основные закономерности и характерные особенности развития территории для каждого участка.

Полученные карты и данные могут применяться для изучения направлений и масштабов урбанизации администрациями и профильными ведомствами, которые занимаются проектированием и планированием городских территорий. Также материалы могут быть полезны экологами так как дают возможности для исследования влияния городской застройки на окружающую среду.

По теме работы опубликована печатная работа: Artemeva, O. V., Pozdnyakova, N. A., Tyurin, S. V., Gnevashev, F. A., Andreeva, T. A. GIS-mapping of urbanization in Asia countries using remote sensing data // International Research Conference on Global Environmental Changes: Ecosystems, Climate, Natural Resources, People GEC 2021, (14 sept, 2021), Barnaul, Russia (уровень Scopus, ожидается индексирование)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапова А.В., Баранова Н.Р. Анализ показателей социально-экономического развития ведущих стран Азиатско-Тихоокеанского региона в мировой экономике // Бюллетень инновационных технологий, 2021. Т. 5. №2(18). С. 5-14.
2. Амосов М.И., Сафина С.С. Азиатско-Тихоокеанский регион. Страны и флаги. СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2018, 168 с.
3. 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. С. 818-822.
4. Демографический энциклопедический словарь. Под ред. Д.И. Валентей. М.: Сов. энцикл., 1985, 608 с.
5. Лаппо Г.М., География городов. Учеб. пособие для геогр. ф-тов вузов. М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 1997, 480 с.
6. Лучкова В.И., История Китайского города. Градостроительство, архитектура, садово-парковое искусство. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос ун-та., 2011, 442 с.
7. Перцик Е.Н., География городов (геоурбанистика): Учеб. Пособие для геогр. спец. вузов. Москва: Высш. шк., 1991, 319 с.
8. Погребинская В.А., Социально-экономическое развитие города в Средние века: учебно-методическое пособие. М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021, 72 с.
9. Прохорова Е.А. Социально-экономические карты: учебное пособие. М.: КДУ Добросвет, 2018, 424 с.
10. Рогожина Н.Г., Экологические риски урбанизации в странах Юго-Восточной Азии // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право., 2020. Т.13. №1. С. 102-118.
11. Соболева Н.П., Замятина Ю.Л., Барановская Н.В., Жорняк Л.В., Геоурбанистика: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012, 301 с.
12. Liang S., Fang H., Chen M. Atmospheric correction of Landsat ETM+ land surface imagery. I. Methods // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2001. С. 2490-2498.

13. Lillesand T.M., Kiefer R.W. Chipman J.W., Remote sensing and image interpretation, 7th Edition. Wiley, 2015, 736 с.
14. Schowengerdt R.A. Remote sensing: models and methods for image processing (3rd ed.). Academic Press, 2007, 590 с.
15. 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.
16. World Population Prospects 2019, Volume I: Comprehensive Tables. New York: United Nations, 2019
17. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. New York: United Nations, 2018
18. Zhou S., Zhang S., Contextualism and Sustainability: A Community Renewal in Old City of Beijing // Sustainability, MDPI., 2015. Т. 7(1), С. 1-20.

Электронные источники:

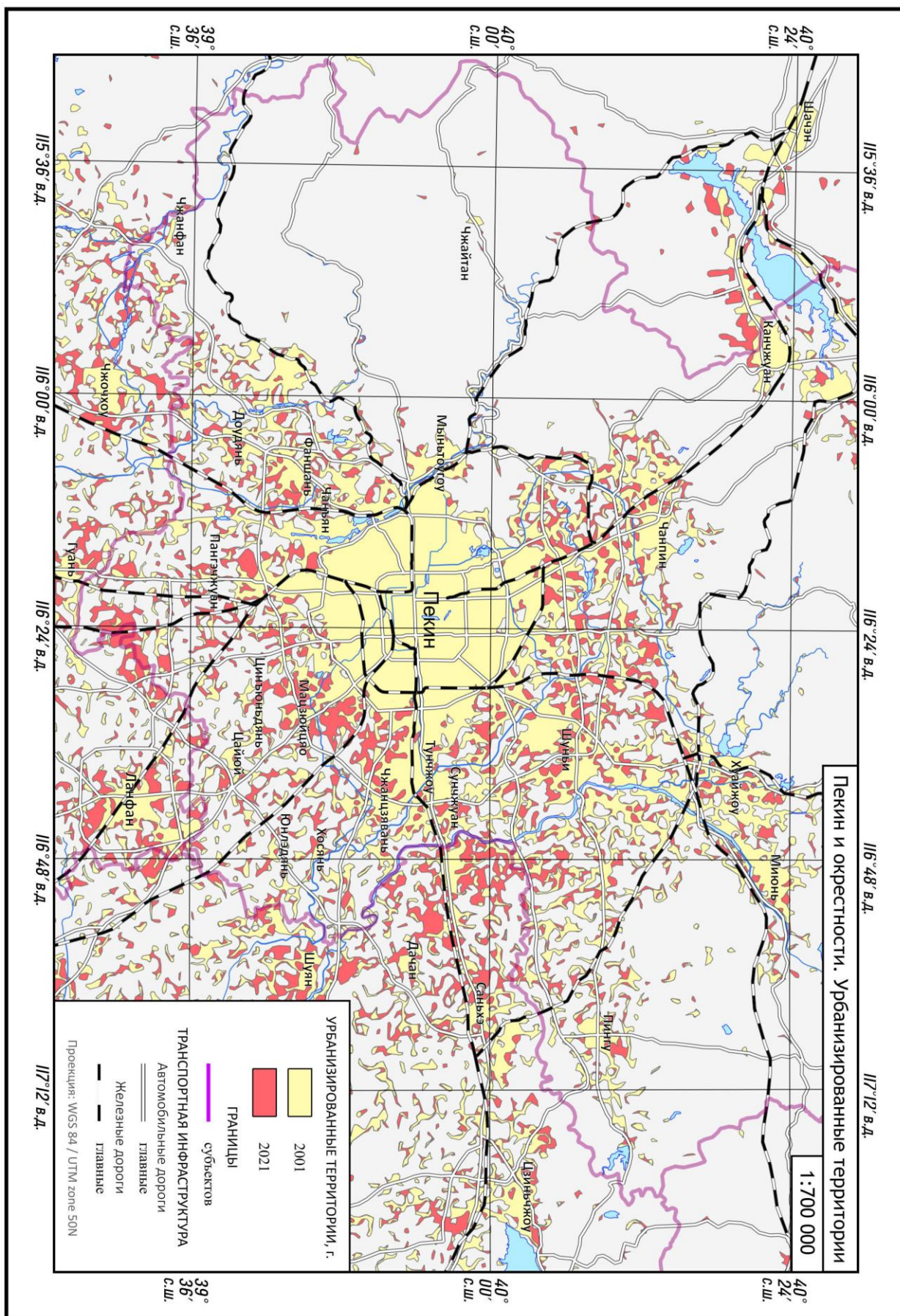
19. <https://www.loc.gov/resource/> - Библиотека конгресса США, 17 мая 2022
20. <https://bigenc.ru/> - Большая Российская Энциклопедия, 18 мая 2022
21. <https://varlamov.ru/> - Варламов.ру, 19 мая 2022
22. <https://data.worldbank.org/indicator/> - Всемирный банк, 2020, 19 мая 2022
23. <https://www.usgs.gov/> - Геологическая служба США, 12 мая 2022
24. <https://geoportal.rgo.ru/> - Геопортал Русского Географического Общества, 19 мая 2022
25. <https://www.dosm.gov.my/v1/> - Департамент статистики Малайзии, 2021, 15 мая 2022
26. <https://news.drom.ru/38120.html> 2015 - Дром.ру, 14 мая 2022
27. <https://innoter.com/sputniki/> - Иннотер, 10 мая 2022
28. <https://historylib.org/> - Историческая библиотека, 22 мая 2022
29. <https://climate-data.org/> - Климатические данные городов, 18 мая 2022
30. <https://www.imf.org/ru/Home> – МВФ, Международный Валютный Фонд, 2013, 15 мая 2022
31. <http://www.stats.gov.cn/english/> - Национальное бюро статистики Китая, 13 мая 2022
32. <http://www.pogodaiklimat.ru/> - Погода и Климат, 10 мая 2022
33. <https://studbooks.net/> - Студенческая библиотека, 18 мая 2022

34. <https://traveltimes.ru/> - Трэвел Таймс, 19 мая 2022
35. <https://turism.ru/world/asia/china/beijing/> - Туризм.ру, 2018, Пекин, 17 мая 2022
36. <https://studfile.net/> - Файловый архив для студентов, 19 мая 2022
37. <https://www.fotoprizer.ru/> - Фотопризер, 12 мая 2022
38. <http://www.historie.ru> - Цивилизации мира. Древний Аргос, 20 мая 2022
39. <https://www.drive2.com/> - Drive2, 17 мая 2022
40. <https://gis-lab.info/> - Gislab, 2005, 16 мая 2022
41. <https://infotables.ru/> - Infotables – справочные таблицы, 17 мая 2022
42. <https://old.inliberty.ru/> - InLiberty, 20 мая 2022
43. <https://www.ibtimes.com/> – International Business Times, 15 мая 2022
44. <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/asia/> - National geographic, 22 мая 2022
45. <https://srtm.csi.cgiar.org/> - SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), CGIAR CSI, 15 мая 2022
46. <https://worldpopulationreview.com/> - World population review, 17 мая 2022

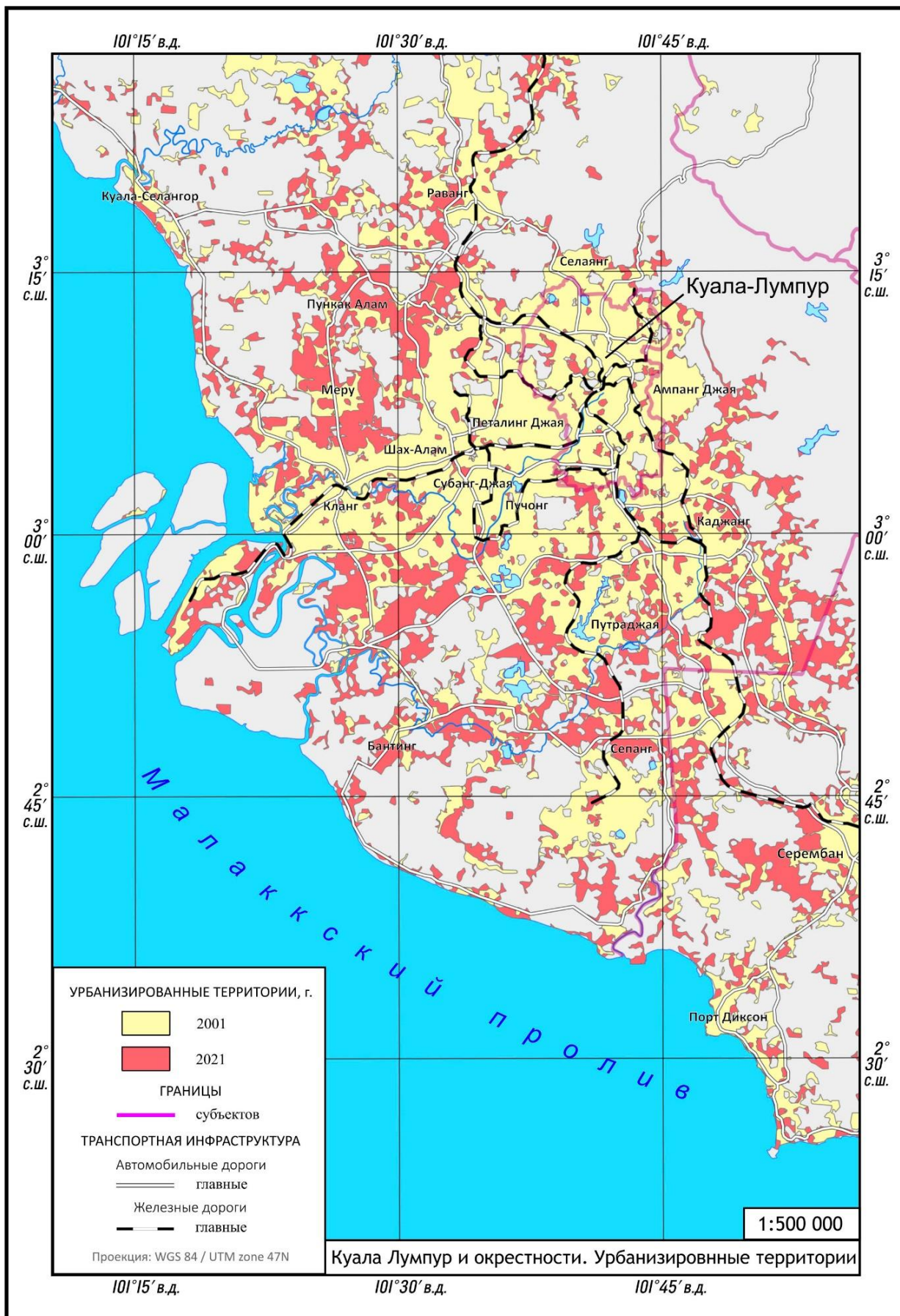
Картографические изображения:

47. Герберштейн С., План Москвы, 1556
48. План губернского города Архангельска, Типография отделения собственной Е. И. В. канцелярии, 1859
49. Федоров Г.М., Атлас послевоенных изменений на территории современной Калининградской области. Калининград: БФУ им. Канта, 2016
50. Хогенберг Ф., Браун Г. и др., Civitates Orbis Terrarum, 1572-1617

Приложение 1. Карта урбанизированных территорий г. Пекин и окрестностей.



Приложение 2. Карта урбанизированных территорий г. Куала-Лумпур и окрестностей.



Приложение 3. Карта урбанизированных территорий г. Окленд.

