

МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 528.92

АТЛАСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

В.С. Тикунов¹, А.Н. Панин², В.Р. Гайдуков³

^{1–3} *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет,
лаборатория комплексного картографирования*

¹ Проф., д-р геогр. наук; e-mail: vstikunov@yandex.ru

² Доц., канд. геогр. наук; e-mail: alex_panin@mail.ru

³ Аспирант; e-mail: gayd.vladislav2013@yandex.ru

Изучение социально-экономического развития является темой, не теряющей своей актуальности. Значительные возможности для ее реализации дает использование атласных информационных систем (АИС). В рамках работы описывается базовая концепция создания специализированной АИС для мониторинга, расчета и картографирования интегральных индексов социально-экономического развития; поэтапный процесс формирования многоуровневой системы индексов социально-экономического развития и их расчета. На примере моделирования и картографирования интегрального индекса социально-демографического развития дается примерное описание функциональных возможностей системы и краткое географическое описание полученных результатов. Затрагиваются вопросы разработки универсальной системы индексов и индикаторов социально-экономического развития на страновом и региональном уровнях. Сочетание картографического, геоинформационного, статистического подходов, реализуемых в рамках концепции АИС, позволяет не только создать широкие возможности визуализации и проектирования картографических изображений, но и использовать данную систему для анализа и прогнозирования социально-экономического развития территории по различным параметрам, сформировать базу рекомендаций для принятия управленческих решений в данной области.

Ключевые слова: социальное развитие, демографическое развитие, атласные информационные системы, индексы, индикаторы

DOI: 10.55959/MSU0579-9414.5.78.4.6

ВВЕДЕНИЕ

Идея реализации подобной системы включает взаимообусловленные задачи. Во-первых, разработку универсальной системы индексов и индикаторов, характеризующих социально-экономические параметры развития стран мира и их регионов. Во-вторых, разработку для достижения этой задачи специфического инструментария современной картографии – «атласной информационной системы».

Обе задачи имеют научную значимость и практическую актуальность, которая является бесспорной и очевидной. АИС в современной картографии позволяет повысить оперативность, качество и многообразие визуализации для комплексного анализа аналитического материала и способно корректно работать в рамках всей системы комплексных социально-экономических индексов.

Социально-экономическое развитие любого географического объекта – процесс многомерный и многоаспектный, который неоспоримо должен рассматриваться с точки зрения совокупности различных целей и результатов. Данная особенность требует использования такого инструментария, который мог бы агрегировать всю совокупность целей и результатов, которые порой представлены сложно сочетаемыми показателями [Корчагина, 2012].

В качестве такого инструмента могут выступать индексы. Индекс представляет собой агрегированный или взвешенный индикатор, который основан на взаимодействии нескольких других индикаторов, однако, важной проблемой в реализации работоспособных интегральных индексов является разработка практических и надежно измеряемых индикаторов [Тарасова, Кручина, 2004]. Для комплексной оценки социально-экономической обстановки ча-

сто недостаточно анализа единичных показателей. Особое значение заключается в том, что эти самостоятельные составляющие порой разнонаправлены и должны быть гармонично переплетены между собой и укреплять нынешний и будущий потенциал развития общества в целом и каждого человека в отдельности. К числу таких индексов можно отнести несколько индексов.

Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП) – статистический сводный индекс ожидаемой продолжительности жизни, образования (среднее количество лет обучения в школе и ожидаемые годы обучения при поступлении в систему образования), а также показателей дохода на душу населения, который используется для ранжирования стран по четырем направлениям человеческого развития. Он был разработан пакистанским экономистом М. Хаком [Индекс..., 2022] и в дальнейшем использовался для оценки развития стран Отделом Отчета о человеческом развитии Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН).

К недостаткам ИРЧП, которые признаются его разработчиками [Caplan, 2009], относится то, что индекс рассчитывается на основе средних национальных показателей, и это не позволяет показать и проанализировать асимметричность распределения благ внутри государств, поэтому во многих случаях может не отражать реальной картины.

Также определенные вопросы вызывает использование в качестве индикаторов образования среднего количества лет обучения в школе и ожидаемые годы обучения при поступлении в систему образования. Поскольку его синхронизация даже на страновом уровне сопряжена с большим числом трудностей и упирается в различные сроки обучения и разницу в самих системах образования в странах мира. То же самое касается и уровня доходов, который можно лишь условно количественно соизмерить для проведения межстрановых исследований.

Тем не менее в целом это не сказывается на успешном выполнении задач, для которых он был разработан. Высокий уровень доверия к ООН и к ее специализированным подразделениям и комитетам, включая ПРООН, а также методология, опирающаяся на изменяемые статистические показатели, создают базу для его практического использования [Зюлина, 2013].

Индекс человеческого капитала (ИЧК) [Всемирный банк..., 2019], разработанный Всемирным Банком, измеряет человеческий капитал следующего поколения, который определяется как объем человеческого капитала, на который родившийся в настоящий момент ребенок может рассчитывать накопить, с поправкой на риск, связанный с ненадлежащим качеством здравоохранения и образования в стране, где этот ребенок живет. ИЧК включает три компонента:

– выживаемость – отражает тот факт, что ребенку, родившемуся сегодня, необходимо дожить до момента начала накопления человеческого капитала в системе официального образования. Уровень выживаемости измеряется по данным о смертности детей в возрасте до 5 лет [Всемирный банк..., 2019];

– ожидаемая продолжительность обучения в школе, скорректированная на результаты обучения. Информация об объеме образования, которое ребенок может рассчитывать получить к 18-летнему возрасту, используется в сочетании с данными о качестве, т. е. о том, чему ребенок может научиться в школе, судя по показателям страны в международных тестированиях учебных достижений школьников. Эти данные в сочетании позволяют рассчитать ожидаемую продолжительность обучения в годах с поправкой на качество. Благодаря корректировке на качество обучения этот компонент отражает тот факт, что дети в одних странах получают гораздо меньше знаний, чем дети в других странах, хотя и обучаются в школах в течение примерно одинакового времени [Всемирный банк..., 2019];

– состояние здоровья; для оценки общей ситуации о состоянии здоровья жителей страны используются два показателя: распространенность заболеваемости среди детей в возрасте до 5 лет и выживаемость взрослых, определяемая как доля 15-летних, доживших до своего 60-летия [Всемирный банк..., 2019]. Первый показатель отражает состояние здоровья плода, младенца и ребенка младшего дошкольного возраста. Второй используется в качестве измерителя состояния здоровья, которое ребенок, родившийся сегодня, может иметь во взрослом возрасте [Всемирный банк..., 2019].

Основным недостатком данного индекса является концептуальная неоднозначность использования наборов данных в блоке образования, так как найти правомерные измерения качества образования для стран и регионов мира практически невозможно на объективно доказательной базе, без привлечения оценочных суждений. А также вызывает вопросы сама идея использования ожидаемой продолжительности обучения в школе как индикатора и у ИРЧП.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таким образом, даже самые авторитетные индексы обладают рядом существенных недостатков, которые значительно затрудняют проведение эффективного представления и сбора факторов, составляющих их, особенно в случае применения таких методик для одновременного проведения международных и региональных исследований. Основные проблемы кроются порой в несоизмеримости данных статистического учета на различных территориальных уровнях, а также концептуальной

неоднозначности использования некоторых наборов данных. В этом и заключены основные трудности использования подобных индексов, возможное решение которых в первую очередь заключается в обоснованном определении круга индикаторов, отражающих данное явление. Требуется также связать воедино разнонаправленные по действию показатели, что, в свою очередь, создает потребность гармонично соединить их в одном агрегированном показателе, ставит задачу проанализировать каждый показатель на предмет методологической и статистической соизмеримости на различных территориальных уровнях.

Все это доказывает острую необходимость разработки единой методики подобной оценки, столь необходимой для создания целевых программ, принятие которых связано с решением проблем социально-экономического развития регионов и которые должны разрабатываться с учетом определения уровня их текущего развития.

Вследствие чего был предложен ряд требований для сбора данных в рамках формирования баз данных и последующих расчетов интегральных ин-

дексов социально-экономической тематики разных территориальных уровней. К подобным требованиям можно отнести:

- учет спектра максимально комплексных и основополагающих факторов социально-экономического развития;
- обеспечение минимальных затрат времени и средств для реализации;
- содержание наиболее комплексной информации, доступной из официальных статистических источников на заявленных территориальных уровнях;
- обеспечение простоты получения и интерпретации статистических данных.

С учетом основных требований, а также недостатков вышеописанных индексных систем был сформирован наиболее универсальный и современный набор для создания базы данных индикаторов социально-экономического развития. Далее использовались оценочный и типологический алгоритмы [Тикунов, 1997] по расчету интегральных индексов первого и второго уровней для формирования иерархической системы индексов и индикатора. Это привело к их следующему набору (рис.):

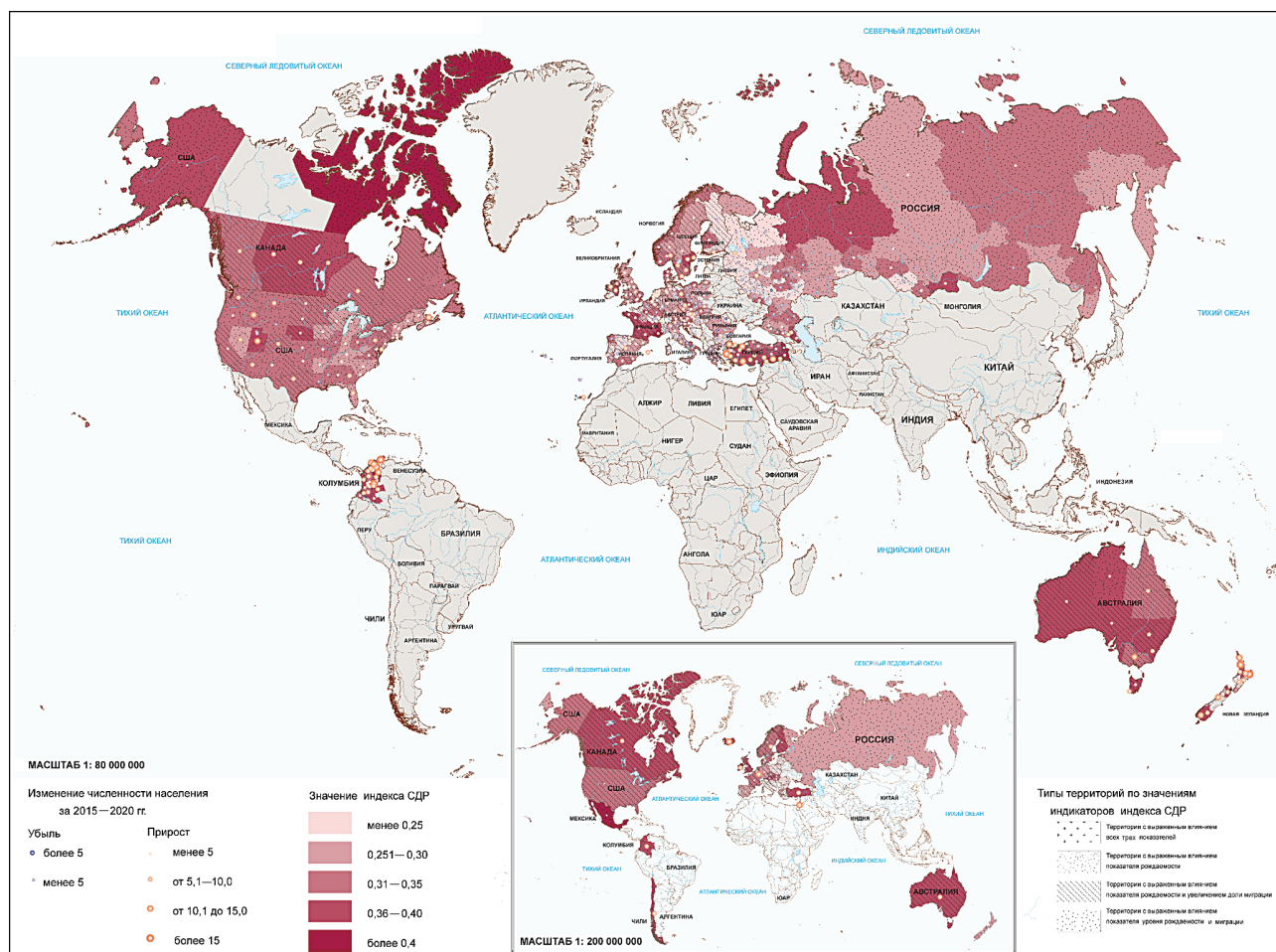


Рис. Индекс социально-демографического развития, 2015–2020

Fig. Socio-Demographic Development Index, 2015–2020

- индексы географического размера территорий на базе площадей, численности населения, ВРП по ППС;

- индексы демографического развития территорий с анализом рождаемости, смертности, естественного и миграционного потенциала;

- индекс человеческого капитала, для чего использовались показатели ВРП по ППС, индекс общественного здоровья, образовательный уровень.

Далее была собрана база геоданных на 454 территориях, 39 из которых составили страны и 415 – регионы данных стран. После этого данные показатели были перенесены в АИС, где подверглись обработке по оценочному и типологическому алгоритмам, описанным выше. Особо отметим обработку данных как единого массива, что в последующем позволило производить абсолютно правомерное сравнение их между собой. В качестве временных промежутков исследования нами были взяты осредненные данные за период с 2015 по 2020 г. Информационной базой послужили базы национальных и международных статистических организаций.

Данный набор, на наш взгляд, более чем достаточен для оценки социальной и социально-экономической составляющих развития территории. В данном наборе заведомо редуцированы экологическая и экономическая составляющие до самого возможного предела, при котором данные аспекты не затрагиваются как самостоятельные индексы, но индикативно входят в состав интегральных индексов первого и второго порядков. Причина, по которой авторы осознанно отказываются от более детальной проработки данных блоков или создания отдельных индексов данной тематики, кроется, с одной стороны, в сложностях с соизмерением данных показателей, с другой – в наличии большого числа существующих индексов подобной тематики при сравнительной малочисленности самостоятельных индексов социального развития. Это делает более актуальным создание и расчет интегрального индекса социально-экономического развития с более детальной проработкой социальной составляющей. Подобные эксперименты проводились и ранее [Тикунов, Черешня, 2017], однако именно данный набор учитывает все сложности статистического и методологического характера при создании системы для проведения межтерриториальных сравнений.

При этом разработка таких индексов должна не только осуществляться в соответствии с целями социально-экономического развития территории, но и сопровождаться использованием современных методов, в том числе математических, картографических, статистических и прогностических [Бакирова и др., 2010].

В результате нами были выбраны такие алгоритмы расчетов, которые позволили сгенерировать оценочные значения, которые далее рассматривались как интегральные индикаторы первого и второго уровней и обрабатывались по тем же алгоритмам, что и на нижнем уровне. Применение алгоритмов нижнего уровня позволяет свести три результата к одной характеристике социально-экономического развития территорий на верхнем уровне. Данная методика позволила сформировать единую соизмеримую внесистемную (независящую от территориального ранга территории) систему, позволяющую проводить правомерные сравнения территорий разного уровня – от странового до регионального.

В процессе дальнейшей разработки системы перед нами возникла задача выбора наиболее подходящего инструмента для создания картографических изображений и визуализации полученных данных. В результате проведения экспериментальных работ нами установлено, что линейка классических геоинформационных пакетов не обладает тем специфическим математическим аппаратом, который необходим для расчетов интегральных индексов в полной мере. Решение данной проблемы видится нам либо в использовании уже готовых расчетов в сторонних программах с дальнейшим экспортом в мощные геоинформационные среды с широким спектром возможностей визуализации, либо обращение к несколько иному продукту – атласной информационной системе (АИС) [Ormeling, 1995].

В работе отмечается, что АИС по своим функциональным возможностям относятся к высшему классу электронных атласов и применяются в виде систем поддержки принятия решений, разработки сценариев развития территории и др. [Тикунов, Яблоков, 2013]. Они имеют развитые моделирующие функции, могут интегрировать экспертные системы и оформляться как полномасштабные мультимедийные конструкции. АИС позволяют визуализировать непространственные данные и проводить разнообразный анализ, вплоть до разработки возможных вариантов развития таких комплексных систем, как природа – общество – хозяйство [Тикунов, Яблоков, 2013]. В АИС реализован ряд принципов, в том числе:

- когнитивность; сюжеты разного масштабного уровня соединяются ассоциативными (смысловыми) связями, куда входят мультимасштабность и мультигенерализованность, учитывающие иерархическую взаимосвязь различных территориальных уровней АИС и заключающиеся в преемственности не только масштабов, но и содержания;

- блочность; заключается в том, что ряды тематических блоков можно дополнять или видоизменять, не меняя структуры всей системы;

– эволюционность, реализующую возможность ретроспективного анализа территории или явления, изучения динамики и тенденций изменения;

– многовариантность, так как АИС представляет собой экспертную систему, которая предлагает конечному пользователю ряд сценариев развития интересующей территории или явления;

– интеллектуальность; система обладает возможностями для комплексного многоаспектного моделирования того или иного явления в зависимости от групп внешних и внутренних факторов с применением систем искусственного интеллекта, нейронных сетей и алгоритмов для решения нечетких задач;

– мультимедийность, заключающуюся во взаимовязанном наборе пространственных и мультимедийных данных, которые облегчают восприятие и в конечном счете принятие решений [Яблоков, Тикуннов, 2017].

При этом АИС представляют собой систему, существующую в геоинформационной среде, однако не только связанную с определенной территорией, но и содержащую набор функций, заточенный под выполнение исследований заданной тематики [Ormeling, 1996]. Она включает, с одной стороны, редуцированный набор функций пространственного анализа по сравнению с геоинформационными системами, с другой стороны, в ряде случаев дополнена узкоспециализированными операциями в рамках поставленных задач проводимого исследования, в нашем случае – алгоритмами расчетов интегральных индексов, что делает концептуально АИС наиболее подходящим инструментом для проведения исследования.

Таким образом, общее определение АИС для расчета и картографирования интегральных индексов социально-экономического содержания может быть сформулировано следующим образом: АИС – комплексная ГИС-платформа для упорядоченной организации данных социально-экономического толка, оснащенная передовыми средствами картографирования, специфическими средствами математического моделирования и содержащая средства текущего, ретроспективного и прогнозного анализа ситуации в области индикаторов и индексов социально-экономического развития территории.

Далее создано геоинформационное web-приложение, имеющее клиент-серверную архитектуру. Центральным объектом является карта административно-территориального деления России и мира. Для разработки web-приложения была выбрана база данных PostgreSQL – одна из самых популярных свободных объектно-реляционных систем управления базами данных, и расширение Postgis, позволяющее хранить пространственные данные в

специальном формате WKB, а также осуществлять пространственные операции над этими данными [Место PostGIS..., 2022].

В качестве картографического web-сервера был выбран Geoserver – также одно из самых популярных решений для структуризации данных и доступа к ним в форматах, установленных OGC (Open Geospatial Consortium). Для отображение большого количества векторных объектов использовалось расширение VectorTiles [Классификация..., 2022].

Рассмотрим процесс создания конечных материалов на примере интегрального индекса социально-демографического развития.

Прежде всего был определен базовый набор показателей, который позволит оценить уровень социально-демографического развития исследуемой территории, в качестве которых были выбраны суммарный коэффициент рождаемости, общий коэффициент смертности и сальдо миграции. Эти показатели являются наиболее базовыми с точки зрения демографии и максимально доступными с точки зрения мировой и региональной статистики, а также, что немаловажно, непосредственно участвуют в изменении численности населения территории. Помимо этого, являются комплексными и также способны указывать на проблемы в социальной сфере страны и региона, косвенно отражая уровень социально-экономического развития исследуемой территории [Завгородний, 2015, с. 55]. Более ранние эксперименты подтвердили наибольшую целесообразность и работоспособность данного набора показателей [Тикуннов, Гайдуков, 2021; Гайдуков и др., 2022].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После проведения всех расчетов, которые во многом определяют информативность и назначение картографических и аналитических материалов, речь идет о моделировании тематического содержания картографических изображений. В процессе создания данного материала выбираются основные способы отображения. Данный этап требует хорошего понимания получаемых интегральных индексов и во многом сугубо индивидуален для каждого из них. В результате данного этапа создаются синтетические картографические изображения как наиболее подходящие для картографирования интегральных индексов.

В результате анализа полученных картографических материалов были сделаны следующие выводы о пространственной дифференциации исследуемой территории в рамках изучения интегрального индекса социально-демографического развития.

Самыми низкими значениями индекса обладают 35 территорий, которые представлены Болгарией на страновом уровне и регионами России преимущественно Европейского центра и северо-запада, Румынией, а также единичными регионами Франции, Германии, Австрии, Испании, Италии, Финляндии, Греции и Новой Зеландии. Для данных территорий характерно снижение численности населения, низкие показатели рождаемости. При этом, рассматривая данную группу с позиций проведенных расчетов по установлению их типологии согласно влиянию компонентов интегрального индекса, можно увидеть, что ее преимущественно составляют образования с одинаково низкими показателями рождаемости и миграционного прироста. Гораздо более редким является тип, характеризующийся большим преобладанием роли миграции в значениях индекса.

Следующая группа территорий имеет значения индекса в диапазоне от 0,251 до 0,3 условных оценочных единиц. Данный массив является самым представительным и охватывает сразу 181 территорию. Здесь встречаются территории как теряющие население – 97 единиц, так и территории, где наблюдается положительная динамика изменения численности населения. На страновом уровне данные значения наблюдаются в 14 странах преимущественно восточной и южной Европы. Географический охват этой группы в региональном срезе крайне разнообразен и охватывает практически все исследуемые страны за исключением Канады, Австралии и Колумбии. С позиций выявления типов территорий данная группа представлена территориями с преобладанием показателей рождаемости и миграционного прироста.

Группа территорий со значениями индекса от 0,301 до 0,35 является второй по численности и насчитывает 150 территорий. На страновом уровне это преимущественно страны Центральной и Северной Европы, а также США. География этой группы также весьма обширна, в нее входит подавляющее большинство регионов США, отчетливо выделяются регионы побережья Скандинавского полуострова, а также регионы Европейского Юга, Поволжья и Северного Кавказа на территории России. В этой группе все еще регистрируются территории с отрицательной динамикой численности населения, однако оно не значительно и не выходит за пределы 5%. С наиболее распространенным типом территорий будут единицы с преобладанием роли и миграции, и рождаемости или равным их влиянием, что и повышает значения индекса.

Число территорий со значениями индекса от 0,351 до 0,4 существенно меньше и составляет 67 единиц, насчитывая четыре государства – Ав-

стрию, Чили, Исландию и Турцию. В региональном разрезе особо заметны регионы Северного Урала в России, западной границы Франции, штатов Австралии и Новой Зеландии. Ключевой аспект увеличения значений индекса социально-демографического развития в данной группе заключается в высоком положительном влиянии рождаемости и высокой миграционной привлекательности данных регионов.

Группу с самыми высокими значениями индекса образуют лишь 19 территорий. К странам в данной группе относятся Мексика и Израиль. В первом случае наблюдается наличие значительного демографического ресурса, в то время как во втором – достаточно высоки уровень миграционной привлекательности и уровень жизни. Региональный разрез представлен регионами Турции, Колумбии, единичными регионами Австралии, Франции, а также России. Для данных территорий характерно, с одной стороны, наличие значительного демографического ресурса и досрочного уровня социально-экономического развития, которые не приводят к возникновению негативных тенденций, связанных с миграционным оттоком населения, либо наличие существенного миграционного прироста, способного компенсировать возможные проблемы, связанные с недостаточными темпами прироста населения в рамках его естественного движения.

ВЫВОДЫ

При анализе теоретического материала было установлено, что использование индексного подхода в рамках исследования социально-экономического развития сопряжено с рядом концептуальных и методологических сложностей, которые особенно проявляются и становятся непреодолимыми при их разработке на различных территориальных уровнях. Вследствие чего был создан обоснованный набор исходных данных, а также многоуровневая система оценки социально-экономического развития.

В рамках поиска наиболее подходящего инструментария для проведения исследования было установлено, что АИС наиболее точно отвечают всем техническим требованиям для проведения исследований подобной тематики. Поскольку линейка классических геоинформационных пакетов не обладает специфическим математическим аппаратом, необходимым для расчетов и моделирования интегральных индексов в полной мере, разработаны новые блоки визуализации и моделирования, инкорпорированные в АИС.

Также в работе описана концепция и дано определение узкоспециализированной АИС для расчета и картографирования интегральных ин-

дексов социально-экономического содержания. АИС концептуально является комплексной ГИС-платформой для упорядоченной организации данных социально-экономического толка, которая обладает передовыми средствами картографирования, специфическими средствами математического моделирования и содержит средства текущего, ретроспективного и прогнозического анализа ситуации в области индикаторов и индексов социально-экономического развития территорий.

Были подобраны такие алгоритмы расчетов, которые позволили сформировать единую соизмеримую немасштабную (независящую от территориального ранга территории) систему, позволяющую проводить правомерные сравнения территорий разного уровня от странового до регионального. Это является крайне важным для проведения научных исследований развития территорий.

В качестве практической апробации предлагаемого в статье инструментария, созданной АИС, был успешно использован интегральный индекс второго уровня – индекс социально-демографи-

ческого развития. Полученные результаты и проведение межтерриториальных сравнений доказали соответствие сложившимся реалиям и не противоречат результатам других исследований, коррелирующих с географическим анализом, представленным в работе. Они также доказывают саму возможность создания работоспособного интегрального индекса на минимально возможном наборе данных без существенных потерь и искажений содержательной составляющей индекса.

В целом предложенная концепция (как АИС, так и многоуровневая система оценки) может быть особо полезной в рамках проведения столь необходимых и правомерных межтерриториальных сравнений. Осуществлена интеграция обширной базы знаний социально-экономической географии и передовых технологий картографии и геоинформатики. Это позволяет создать и эффективно использовать получаемые картографические и аналитические материалы для наглядного и оперативного анализа и прогнозирования социально-экономического развития территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бакирова А.М., Буланов А.Ю., Гervasев М.А. Факторы устойчивого развития регионов России. Новосибирск: СИБПРИНТ, 2010. 276 с.
- Всемирный банк. Доклад о мировом развитии «Изменение характера труда». Вашингтон: Всемирный банк, 2019. 150 с.
- Гайдуков В.Р., Железняков А.С., Тикуннов В.С., Тикуннова И.Н. Расчет индекса демографического развития стран и регионов на примере Монголии и ее ближайшего окружения с помощью ГИС-технологий // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 2. С. 86–110. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-86-110.
- Завгородний А.Ф. Демографическое состояние региона – социальный показатель современного этапа развития страны // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2015. № 11. С. 49–55.
- Зюлина В.В. Влияние индекса человеческого развития на социально-экономическую политику государства // Известия МГТУ МАМИ. 2013. Т. 5. № 1(15). С. 254–258.
- Корчагина Е.В. Методы оценки устойчивого развития региональных социально-экономических систем // Проблемы современной экономики. 2012. № 1. С. 67–71.
- Тарасова Н.П., Кручина Е.Б. Индексы и индикаторы устойчивого развития // Устойчивое развитие: ресурсы России / под ред. акад. РАН Н.П. Лаверова. М.: Издательский центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. С. 43–76.
- Тикуннов В.С., Яблоков В.М. Атласная информационная система для Байкальского региона: материалы Международной конференции «Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт» // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2013. Т. 19(1). С. 197–202. DOI: 10.24057/2414-9179-2013-1-19-197-202.
- Тикуннов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? Опыт формальных классификаций. Москва; Смоленск: СГУ, 1997. 367 с.
- Тикуннов В.С., Черешня О.Ю. Индекс социального развития регионов Российской Федерации // Известия РАН. Серия географическая. 2016. Т. 1. С. 19–24.
- Тикуннов В.С., Черешня О.Ю. Комплексная многоуровневая оценка устойчивости развития регионов и ее визуализация // ИнтерКарто. ИнтерГИС: материалы Международной конференции. 2017. Т. 23(1). С. 10–19. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-10-19.
- Тикуннов В.С., Гайдуков В.Р. Демографическая характеристика зоны прохождения Нового Шелкового пути // Наука. Инновации. Технологии. 2021. № 2. С. 73–91.
- Яблоков В.М., Тикуннов В.С. Принципы создания атласной информационной системы на базе Интернета для устойчивого развития территорий // Вестн. моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2016. № 1. С. 29–38.
- Ormeling F. Atlas Information Systems, Proceedings of the 17th Int. Cartogr. Conf. and 10th Gen. Assembly ICA. Barcelona, Sept. 3–9, 1995, vol. 2, Barcelona, 1995, p. 2127–2133.
- Ormeling F. Functionality of Electronic School Atlases, Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proceedings on National and Regional Atlases, B. Köbben, F. Ormeling, T. Trainor (eds.), Prague, 1996, p. 33–39.
- Электронные ресурсы
Индекс развития человеческого потенциала. Информационно-аналитический портал «Центр гуманитарных технологий». URL: <http://gtmarket.ru/ratings/human-development-index/human-developmentindex-info> (дата обращения 22.11.2022).

Место PostGIS/PostgreSQL среди СУБД с поддержкой пространственных данных. URL: <https://gis-lab.info/qa/postgis-compare.html> (дата обращения 09.01.2023).

Классификация картографических веб-сервисов OGC. URL: <https://gis-lab.info/qa/postgis-compare.html> (дата обращения 22.12.2022).

Caplan B. Against the Human Development Index, 2009, URL: http://econlog.econlib.org/archives/2009/05/against_the_hum.html (дата обращения 05.12.2022).

Поступила в редакцию 09.01.2023

После доработки 10.02.2023

Принята к публикации 22.02.2023

ATLAS INFORMATION SYSTEM FOR PRODUCING INTEGRAL INDICES OF THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF TERRITORIES

V.S. Tikunov¹, A.N. Panin², V.R. Gaidukov³

¹⁻³ *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Laboratory of Complex Mapping, Professor*

¹ *D.Sc. in Geography; e-mail: vstikunov@yandex.ru*

² *Assistant professor, Ph.D. in Geography; e-mail: alex_panin@mail.ru*

³ *Postgraduate student; e-mail: gayd.vladislav2013@yandex.ru*

The study of socio-economic development is an ever-relevant topic. Significant opportunities for the implementation of the topic are provided by the use of atlas information systems (AIS). The paper describes the basic concept of creating a specialized AIS for monitoring, calculating and mapping integral indices of socio-economic development. A step-by-step process of forming a multilevel system of socio-economic development indices and their calculation is described. Using the example of modeling and mapping of the integral index of socio-demographic development, an approximate description of the system's functionality is given, as well as a brief geographical description of the results obtained. The issues of developing a universal system of indices and indicators of socio-economic development at the national and regional levels are also considered. The combination of cartographic, geoinformation and statistical approaches implemented within the framework of the AIS concept allows not only creating ample opportunities for visualization and design of cartographic images, but also using the system to analyze and forecast the socio-economic development of a territory according to various parameters, and forming a set of recommendations for decision-making in this sphere.

Keywords: social development, demographic development, atlas information systems, indices, indicators

REFERENCES

- Bakirova A.M., Bulanov A.Yu., Gervas'ev M.A. *Faktory ustoychivogo razvitiya regionov Rossii* [Factors of sustainable development of Russia's regions], Novosibirsk, SIBPRINT Publ., 2010, 276 p. (In Russian)
- Gaidukov V.R., Zheleznyakov A.S., Tikunov V.S., Tikunova I.N. [Calculation of the index of demographic development for countries and regions using GIS-technologies (case study of Mongolia and neighboring territories)], *Geoinformatsionnoye i kartograficheskoye obespechenie ekologicheskikh, ekonomicheskikh i sotsialnykh aspektov ustoychivogo razvitiya territorij* [Geoinformation and cartographic support of environmental, economic and social aspects of sustainable development of territories], *InterKarto, InterGIS*, 2022, vol. 28, no. 2, p. 86–110, DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-86-110. (In Russian)
- Korchagina E.V. *Metody otsenki ustoychivogo razvitiya regional'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh sistem* [Methods of assessing the sustainable development of regional social-economic systems], *Problemy sovremennoy ekonomiki*, 2012, no. 1, p. 67–71. (In Russian)
- Ormeling F. Atlas Information Systems – 17th Int. Cartogr. Conf. and 10th Gen. Assembly ICA, Barcelona, Sept. 3–9, 1995, *Proceedings*, vol. 2, Barcelona, 1995, p. 2127–2133.
- Ormeling F. Functionality of Electronic School Atlases, *Seminar on Electronic Atlases II*, B. Köbben, F. Ormeling, T. Trainor (eds.), ICA Proceedings on National and Regional Atlases, Prague, 1996, p. 33–39.
- Tarasova N.P., Kruchina E.B. *Indeksy i indikatory ustoychivogo razvitiya* [Indices and indicators of sustainable development], *Ustoychivoe razvitiye: resursy Rossii* [Sustainable development: resources of Russia], N.P. Laverov (ed.), Moscow, D.I. Mendeleev Russian university of chemical technology Publ., 2004, p. 43–76. (In Russian)
- Tikunov V.S., Chereschnya O.Yu. *Kompleksnaya mnogourovnevnyaya otsenka ustoychivosti razvitiya regionov i yeye vizualizatsiya* [Complex multilevel assessment of the sustainable development of regions and its visualization], *InterCarto, InterGIS*, Proceedings of the International Conference, 2017, vol. 23(1), p. 10–19, DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-10-19. (In Russian)

- Tikunov V.S., Cheresnaya O.Yu. Indeks sotsial'nogo razvitiya regionov Rossiiskoi Federatsii [Index of social development of the regions of Russia], *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk, Seriya geograficheskaya*, 2016, vol. 1, p. 19–24. (In Russian)
- Tikunov V.S., Gaidukov V.R. Demograficheskaya kharakteristika zony prokhozheniya Novogo Shelkovogo puti [Demographic characteristics of the zone of the New Silk Route], *Nauka, Innovatsii, Tekhnologii*, 2021, no. 2, p. 73–91. (In Russian)
- Tikunov V.S. *Klassifikatsii v geografii: renessans ili uvyadanie? (Opyt formal'nykh klassifikatsii)* [Classifications in geography: renaissance or decline? (Experience of formal classifications)], Moscow, Smolensk, SGU Publishing house, 1997, 367 p. (In Russian)
- Tikunov V.S., Yablokov V.M. [Atlas information system for the Baikal Lake region], *InterCarto, InterGIS, Proceedings of the International Conference*, 2013, vol. 19(1), p. 197–202, DOI: 10.24057/2414-9179-2013-1-19-197-202. (In Russian)
- World Development Report 2019, The Changing Nature of Work*, World Bank, Washington, 2019, 150 p.
- Yablokov V.M., Tikunov V.S. Printsipy sozdaniya atlasnoi informatsionnoi sistemy na baze Interneta dlya ustoichivogo razvitiya territorii [Principles of elaboration of the Internet-based atlas information system for sustainable development of territories], *Vestn. Mosk. Un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2016, no. 1, p. 29–38. (In Russian)
- Zavgorodny A.F. The demographic state of the region is a social indicator of the current stage of the country's development, *Collections of conferences of SIC Sociosphere*, 2015, no. 11, p. 49–55.
- Zyulina V.V. Vliyanie indeksa chelovecheskogo razvitiya na sotsial'no-ekonomicheskuyu politiku gosudarstva [Influence of the index of human development on the social-economic policies of a state], *Izvestiya Mosk. Polytech. Un-ta*, 2013, vol. 5, no. 1(15), p. 254–258. (In Russian)
- Web sources*
- Indeks razvitiya chelovecheskogo potentsiala, Informatsionno-analiticheskii portal "Tsentr gumanitarnykh tekhnologii", URL: <http://gtmarket.ru/ratings/human-development-index/human-developmentindex-info> (access date 22.11.2022).
- Mesto PostGIS/PostgreSQL sredi SUBD s podderzhkoi prostranstvennykh dannykh, Russkoyazychnyi nekommercheskii veb-proekt i soobshchestvo, posvyashchennoe rabote s geograficheskimi informatsionnymi sistemami i dannymi distantsionnogo zondirovaniya zemnoi poverkhnosti GIS-Lab.info, URL: <https://gis-lab.info/qa/postgis-compare.html> (access date 09.01.2023).
- Klassifikatsiya kartograficheskikh veb-servisov OGC, Russkoyazychnyi nekommercheskii veb-proekt i soobshchestvo, posvyashchennoe rabote s geograficheskimi informatsionnymi sistemami i dannymi distantsionnogo zondirovaniya zemnoi poverkhnosti GIS-Lab.info, URL: <https://gis-lab.info/qa/postgis-compare.html> (access date 22.12.2022).
- Caplan B. Against the Human Development Index, 2009, Caplan, URL: http://econlog.econlib.org/archives/2009/05/against_the_hum.html (access date 05.12.2022).

Received 09.01.2023

Revised 10.02.2023

Accepted 22.02.2023