

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Т.Н. Юдина¹, А.В. Богомолова², О.В. Петухова³, А.П. Вайншток⁴

¹ *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский вычислительный центр, лаборатория информационных систем, вед. науч. сотр., канд. ист. наук; e-mail: yudina@srcc.msu.ru*

² *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, экономический факультет, кафедра макроэкономического планирования и стратегического управления, доцент, канд. экон. наук; e-mail: anna.bogo@gmail.com*

³ *Центральный экономико-математический институт РАН, лаборатория стратегии экономического развития, вед. науч. сотр., канд. экон. наук; e-mail: ovpet44@gmail.com*

⁴ *Институт проблем передачи информации РАН, сектор геоинформационных технологий и систем, ст. науч. сотр., канд. тех. наук; e-mail: wein@iitp.ru*

ГИС-технологии повышают потенциал социально-экономических исследований – поддерживают сбор, хранение, обработку, отображение пространственных данных и документов, привязанных к конкретной территории, предоставляют инструменты для системного анализа ситуации, сравнения и типологизации территорий, визуализации результатов. Спектр источников, используемых в социально-экономических исследованиях, неуклонно расширяется – в дополнение к официальным статистическим данным доступны «большие данные», текстовые документы, фотографии, аудио- и видеозаписи, материалы аэросъемки, космической съемки, дистанционного зондирования земли и др. ГИС-технологии позволяют интегрировать разные типы данных, характеризующих определенную территорию, и наглядно представлять их в виде слоев на электронных картах. Возможности, предоставляемые ГИС, делают их современным инструментарием для комплексного анализа регионов и территорий. Используя этот инструментарий, научное сообщество, бизнес, правительственные ведомства разрабатывают ГИС-приложения для комплексного исследования конкретных географических объектов, разрабатывают модели анализа, образовательные программы.

Значимые ГИС-приложения могут быть реализованы только на основе полноценной пространственной платформы. Формирование национальной пространственной платформы, начиная с разработки стандартов для интероперабельности ресурсов разных правительственных ведомств и других участников, – ответственность государственных органов.

В статье дается обзор некоторых действующих ГИС-приложений для социальных исследований в зарубежных и российских университетах и научных центрах и кратко представлен российский проект по разработке общедоступной платформы для исследования социально-экономических процессов в субъектах РФ с использованием инструментария ГИС. Зарубежный опыт и разработки научного сообщества России могут оказаться важными для продвижения геоинформационных методов исследования в нашей стране.

Ключевые слова: пространственно-временной анализ, визуализация данных, инфраструктура пространственных данных, типология регионов

ВВЕДЕНИЕ

Тематические приложения на основе ГИС-технологий динамично развиваются во многих странах мира. Географическая информация применяется практически во всех областях человеческой деятельности. Считается, что 80% цифровой информации, используемой для принятия решений, имеет географическую привязку [Worral, 1991]. ГИС-технологии обеспечивают интеграцию данных из разных источников, характеризующих определенную территорию, поддерживают системный и сравнительный анализ территорий, представление ре-

зультатов средствами картографии, технологически совершенствуют и развивают картографический метод визуализации. ГИС-приложения реализуются усилиями правительственных ведомств, бизнеса и научного сообщества. Ответственность госорганов: а) официальная статистика и административные данные с возможно более глубокой детализацией и в значимой ретроспективе с регулярным обновлением; б) формирование национальной пространственной платформы на основе единых стандартов для интероперабельности данных разных участников. Более 120 стран реализуют программы создания

национальных инфраструктур пространственных данных [Распоряжение..., 2006]. Бизнес и университеты разрабатывают тематические приложения, модели анализа, образовательные программы.

В России имеются примеры разработки и практической реализации ГИС-приложений, сравнимые с мировыми образцами, в основном в области наук о Земле – природопользовании, сельском хозяйстве, геологии, метеорологии, землеустройстве и землепользовании, экологии, в некоторых других областях. Примеров действующих общедоступных ГИС-приложений в области социально-экономических исследований в разрезе регионов страны нет. Одна из причин – отсутствие полноценной информационной инфраструктуры, в основе которой – социально-экономическая статистика по регионам. Трудности формирования такой инфраструктуры связаны со спецификой наблюдения социальных данных в России, их ведомственной разобщенностью, отсутствием единых требований, стандартов, классификаторов, что служит препятствием для интеграции показателей в рамках единого информационного ресурса [Петухова и др., 2016].

В феврале 2019 г. принята Стратегия пространственного развития РФ, затем План работ до 2025 г. Работы по реализации Стратегии отстают от Плана.

Как и в других странах, в России активную роль в исследовании и разработках ГИС-технологий играет университетское сообщество. В ряде университетов России созданы и развиваются тематические информационные ресурсы, на основе которых разрабатываются ГИС-приложения. Зарубежный опыт и разработки научного сообщества страны в области ГИС-приложений могут оказаться важными для продвижения современных методов анализа с использованием пространственных данных и ГИС-технологий.

ГИС-ПРОЕКТЫ ЗА РУБЕЖОМ

Целенаправленные исследования в области ГИС-технологий начались в США в 1960-х гг. в университетах США, среди пионеров – Лаборатория компьютерной графики и пространственного анализа Массачусетского технологического института. Здесь в 1965 г. была разработана программа для исследования социальных, экономических и экологических проблем пяти американских городов и картографической визуализации результатов. Результаты были скромными – из-за ограниченного набора данных в машиночитаемом формате не удалось убедительно показать и оценить динамику процессов. Однако Лаборатория продолжала исследования и постепенно стала одним из центров по разработке и продвижению ГИС-технологий в стране и мире. Из последних проектов Лаборатории – разработка механизма поис-

ка пространственных данных в массивах «больших данных» [Corti et al., 2018].

Среди известных разработок – проект Калифорнийского университета (Беркли) по созданию системы для комплексного анализа результатов голосований, начиная с самых первых выборов президента в 1789 г. На основе анализа голосований в палатах конгресса исследованы политические процессы в стране – формирование демократической и республиканской партий, выборы президентов, палат конгресса, верховного суда, формирование границ штатов. Средствами пространственно-временного анализа были комплексно исследованы и наглядно показаны факторы, послужившие причинами и движущими силами политических процессов на уровне страны и штатов. Например, показана зависимость между размером плантаций, числом рабов и позицией конгрессменов при голосовании за отмену рабства [Riker, Ordeshook, 1968].

Университеты США, разрабатывая методы анализа социально-экономических процессов, сразу осознали необходимость формирования информационной инфраструктуры для полноценных общественно-значимых исследований. В 1962 г. 26 университетов США создали Мичиганский межуниверситетский консорциум по политическим и социальным исследованиям. Основной задачей Консорциума было создание архива и разработка технологий по сбору, обработке, организации, администрированию данных и документов, характеризующих американское общество, и предоставление средств для широкого доступа. В настоящее время Консорциум поддерживает один из крупнейших архивов социально-экономических данных в мире, хранит данные не только по США, но и ряду других стран, данные международных организаций. Большинство проектов в гуманитарных исследованиях в США и многих других странах выполняются на основе данных Консорциума [ICPSR..., 2020]. Консорциум уже в 1970-х гг. стал выполнять функции архива для нескольких министерств США, по контрактам с министерствами были разработаны ГИС-приложения для анализа и визуализации геоданных.

1970-е годы в США стали периодом государственных инициатив в сфере развития ГИС-технологий и озаменовались масштабными геоинформационными проектами под эгидой государственных структур. Один из проектов был ориентирован на применение ГИС-технологий при обработке и представлении результатов Национальных переписей населения (U.S. Census Data). Главной идеей был перевод адресов проживания граждан, указанных в переписных бланках, в географические координаты для последующего формирования электронной карты страны с учетом данных переписи населения.

Результатом проекта стало проведение переписи населения США в 1970 г. и всех последующих переписей на основе ГИС-технологии. Использование ГИС при переписи населения в США позволило создать атласы крупных городов США и электронных карт по заказу торговых и транспортных компаний. Надо отметить, что в настоящее время использование геоинформационных систем при проведении переписей населения становится распространенной мировой практикой, о чем свидетельствуют данные исследования Статистического отдела ООН, посвященного опыту проведения переписей населения [UN Report..., 2011].

Государственные ведомства США с конца 1990-х гг. активно создавали электронные карты по направлениям своей ответственности. Попытки интеграции ресурсов выявили проблему несовместимости разработок для задач комплексного анализа и сложность для повторного использования, и как результат – дублирование тематических электронных карт. В 1994 г. был издан Указ президента Клинтона, и США приступили к разработке национальной инфраструктуры пространственных данных (ИПД). Был создан Федеральный комитет по пространственным данным для координации работ [Executive order..., 1994]. Задача Комитета – разработка единых стандартов и инструкций. Первый этап работ был завершен к 2000 г. В 2002 г. правительство США приняло стратегию развития второго этапа – интеграции ресурсов бизнеса, университетов, фондов, НКО. Административно-бюджетное управление США выпустило специальный циркуляр, устанавливающий порядок работ и обязательность для государственных ведомств предоставлять ресурсы, выполненные по контрактам. В декабре 2016 г. документ был обновлен, усилены положения, регулирующие координацию деятельности участников с целью не допустить дублирования дорогостоящих работ [National Spatial..., 2016]. В текущей версии инфраструктура включает десятки тысяч электронных карт. Доступ к инфраструктуре открытый [Advancement..., 2020].

Национальный научный фонд США в 2004 г. объявил программу грантов по созданию ГИС-инфраструктуры для социальных и экономических наук. Основные требования к проектам – прозрачность, интуитивная понятность процедур, дружественный интерфейс, обучающий модуль. Среди победителей был проект Калифорнийского университета в Сан-Диего «Разработка общедоступного программного комплекса для пространственно-временного анализа для гуманитарных исследований» (Space-Time Data Analysis Toolkit for Spatial Social Science Research (STARS)) [Janikas, Rey, 2015]. Среди первых приложений – пространственно-времен-

ной анализ динамики уровня неравенства доходов жителей и темпов экономического развития по штатам США [Janikas et al., 2005]. Разработка включает развитый инструментарий сравнения и типологизации штатов. На основе данных за 1929–2015 гг. показана корреляция демографических показателей с уровнем миграции населения и трудовой миграции [Rey, 2015; 2016].

Проект STARS используется для анализа положения детей в штатах страны. Методами пространственно-временного анализа детально по каждому штату исследуются все показатели, включенные в Национальный индекс благополучия детей, – подростковая беременность, подростковые самоубийства, детская смертность, низкий вес новорожденных, поведенческие отклонения и отчисления из школы, преступность несовершеннолетних и др. Данные интегрированы с социально-экономическими показателями по каждому штату. Одно из приложений исследует штаты по уровню неравенства граждан в корреляции с показателями, наблюдаемыми в рамках индекса благополучия детей. Наблюдается прямая зависимость между уровнем жизни семей и данными по этим показателям [Howard, 2018]. Проект STARS использует самую распространенную в мире ГИС-платформу – ArcGIS (Environmental Systems Research Institute – ESRI). На платформе ArcGIS созданы сотни тематических ГИС-приложений. На базе этой платформы разработан ряд приложений для мониторинга и анализа социальных явлений для местного уровня управления, например «горячие точки» (бездомные, наркоманы, ДТП и т. п.), «справки и информация» (адреса учреждений, обучение и переобучение, спорт, развлечения и т. д.). В специальном разделе на сайте ArcGIS представлены десятки примеров для местных органов управления и граждан [Local Government..., 2020] и для правительств штатов [State Government..., 2020].

Здравоохранение – это сфера, в которой ГИС-технологии и пространственный анализ убедительно доказывают свою значимость. В 2017 г. Национальная медицинская библиотека США заказала обзор публикаций по результатам проектов с использованием ГИС-технологий. Вывод авторов однозначен – использование ГИС-приложений способствует повышению качества управления здравоохранением. Так, применение топографических карт и карт дорожно-транспортной сети по всей стране обеспечило оптимальное размещение травматологических пунктов вдоль автомобильных дорог, тем самым увеличив скорость доставки пострадавших в ДТП в учреждения здравоохранения. Пространственный анализ предоставляет инструменты динамического мониторинга и сравнения

показателей по территориям страны по заболеваемости, методам и процессу лечения и выздоровления, доступа к лечению, точности диагностики, отчетности медучреждений и контроля показателей и многих других. Качество анализа рисков для здоровья населения улучшается за счет повышения качества медицинской статистики, показателей, характеризующих состояние окружающей среды, показателей социально-экономического статуса каждой территории. Авторы обзора заключают, что возможности использования ГИС для минимизации рисков для граждан каждой территории ограничены лишь наличием и качеством медицинской и другой отраслевой статистики [McGuire..., 2017].

Активно используются ГИС-технологии и в разрешении чрезвычайных медицинских ситуаций – в 2020 г. всемирную известность получил проект Центра науки о системах и инжиниринга университета Джона Хопкинса (США). С помощью ГИС-технологий осуществляется не только мониторинг распространения вируса, но и моделируются варианты его поведения и видоизменения [COVID-19..., 2020].

Интересно, что первая по времени ГИС-система (Canadian GIS) была разработана в Канаде в начале 1960-х гг. коллективом под руководством Р. Томлинсона как земельный кадастр Канады. Свой подход к ГИС и перспективам этого нового технологического инструмента Томлинсон изложил в статье “A Geographic Information Systems for Regional Planning” (1968), а потом развил в диссертации в 1974 г., его стали величать «отец ГИС» [Tomlinson, 1974].

В Великобритании координатором исследований и методическим центром в области ГИС-приложений является Эдинбургский университет. Научная библиотека этого университета EDINA создала и поддерживает портал Go-Geo. В рамках проекта разработаны стандарты и требования к ресурсам, а также инструменты поиска. Портал поддерживает поиск по ГИС-приложениям, разработанным в университетах, бизнесом, правительством, НКО, гражданами. Команда портала разработала и ведет образовательную программу для всех университетов страны по методам пространственного анализа, консультирует исследовательские проекты и специалистов государственных ведомств и НКО, хранит архив реализованных проектов и популяризирует их [Data Distribution..., 2020].

В основе информационной инфраструктуры в Великобритании – Архив социально-экономических данных [UK Data Archive..., 2020]. Архив начал создаваться в 1970 г. на базе Ессекского университета. Задачи Архива аналогичны задачам архива Мичиганского консорциума в США. В настоящее время Архив Великобритании стал общенациональным хранилищем данных. Новые методы и

модели пространственного анализа в разрезе всех уровней административного деления страны на основе данных Архива разработаны в лаборатории пространственного анализа Лондонской школы экономики. Один из примеров так называемого буферного анализа – междисциплинарный проект изучения местного налогового законодательства и его влияние на занятость и благополучие предприятий прежде всего с точки зрения их доходов и уплачиваемых в местные бюджеты налогов в разных граничащих друг с другом графствах Великобритании [Overman, 2015]. Пример общественно-значимого проекта, разработанного по контракту с мэрией Лондона, – анализ показателей уровня жизни домохозяйств и уровня преступности в разных районах Лондона и выделение потенциально опасных районов и возможных видов преступлений в них. Беспорядки в Лондоне в 2011 г. случились в тех районах, которые ранее были названы среди районов с высоким риском преступлений, в том числе преступлений с участием подростков и молодых людей [Kawalerowicz, Biggs, 2015].

В Европейском Союзе в 2001 г. принята Программа развития европейской инфраструктуры пространственных данных. Программа включала разработку стандартов и форматов электронных карт. В марте 2007 г. в ЕС была принята Директива INSPIRE, которая регулирует формирование ИПД в области обеспечения охраны окружающей среды. Задача Директивы – обеспечить интероперабельность геоданных и сервисов. Статья 15 Директивы определяет, что на уровне ЕС должен быть создан геопортал INSPIRE. Каждая страна-участница ЕС обязана обеспечить доступ к собственным данным и сервисам посредством этого геопортала [Директива..., 2007]. В настоящее время геопортал поддерживает 34 тематических направления по охране окружающей среды [INSPIRE Geportal..., 2020].

Исследования в научном сообществе в странах Европы отличаются ориентацией на конкретные сферы управления и потребности бизнеса и граждан. Интересен опыт Нидерландов – в Университете Делфта действует факультет ГИС-технологий. Здесь разработаны инструменты пространственно-временного анализа, дополненные 3D-технологиями для исследований в области архитектуры, окружающей среды, ландшафта. Разработаны технологические решения для поддержки задач государственного управления, а также для задач антикризисного управления [GIS enhances..., 2020].

Один из известных проектов – сравнительное исследование методами пространственного анализа пригородных зон вокруг больших городов в странах Западной Европы. Учитывая, что из-за тенденции к переезду граждан в развитых странах Европы

из центра в пригороды границы между городом и сельской местностью размываются, в каждой стране пригородные зоны могут стать дополнительным элементом, стабилизирующим развитие общества. Проект сравнивает подходы к развитию пригородных зон в нескольких странах [Wandl, 2020].

В европейских странах активно разрабатываются проекты по анализу, моделированию, прогнозу распространения COVID-19, один из известных проектов – в Институте Роберта Коха в Берлине [Koch Robert Institute, 2020]. В России компанией «Яндекс» разработан сайт «Коронавирус-монитор» с интерактивной картограммой [Coronaviruses..., 2019], на которой ежедневно отображаются данные по всем странам и регионам РФ и другая обширная инфографика.

В последние годы в США и странах Европы активно развиваются ГИС-приложения для городского развития. Наиболее известна Лаборатория «Умный город» в Массачусетском технологическом институте, США. Проекты Лаборатории включают разработки для решения городских проблем – прежде всего строительства, транспорта, охраны окружающей среды с учетом потребностей граждан на примере крупных городов мира [Ratti..., 2020].

Обзор современного состояния наиболее продвинутых исследований в области территориального анализа социальных и экономических процессов с использованием ГИС-технологий позволяет сделать вывод о том, что для их успешной реализации значимы:

- наличие национальной инфраструктуры пространственных данных, спектр и качество доступных оцифрованных геоданных;
- развитая информационная инфраструктура, в составе которой регулярно обновляемые базы пространственно-временных социально-экономических данных, аналитические публикации и другие источники, характеризующие отдельные аспекты развития территорий.

Основное условие успешного динамичного развития ГИС-приложений – востребованность со стороны общества и заинтересованность органов управления в использовании современных методов подготовки решений с использованием возможностей ГИС-технологий.

ГИС-ПРОЕКТЫ В РОССИИ

Зарубежные исследования и приложения в области ГИС-технологий в ряде стран изначально базировались на уже действующих национальных пространственных инфраструктурах, были нацелены на масштабные ГИС-проекты и поддерживались правительством (национальные проекты США, Великобритании, Канады, стран ЕС).

В России деятельность по формированию инфраструктуры геопространственных данных началась в 2009 г., когда был принят Национальный стандарт представления базовых пространственных данных [Национальный стандарт..., 2009]. В 2017 г. Росреестр объявил о создании Федерального фонда пространственных данных с включением ресурсов федеральных и региональных ведомств [Итоги..., 2020]. Фонд содержит цифровые карты и планы открытого пользования в векторных и растровых форматах, а также ортофотоматериалы, всего около 86 млн единиц. Только 6% в открытом доступе. Получение других данных по заявлению и на платной основе.

В 2019 г. в РФ была утверждена «Стратегия пространственного развития Российской Федерации до 2025 года», в 2020 г. утвержден План работ по ее выполнению. Ситуация с формированием пространственной инфраструктуры в РФ проанализирована в докладе, изданном в 2020 г. Росреестром [Белогурова и др., 2020]. Отмечается, что существующие ресурсы являются элементами разрозненной информационной инфраструктуры, которую предстоит развивать дальше и выводить на качественно новый уровень. Основной фактор, сдерживающий этот процесс, – недостаточная развитость целевых организационных и регулирующих механизмов. В августе 2020 г. Председатель Совета Федерации В. Матвиенко заявила, что «стратегия нуждается в доработке, так как в ней не отражены проблемы развития средних и малых городов и сверхурбанизации» [Матвиенко..., 2020]. Отмечены и другие проблемы [Боторова, 2020].

Отсутствие полноценной инфраструктуры пространственных данных ограничивает исследователей. Данные о пространственной среде и инфраструктуре территории необходимы для многих системных и сравнительных социальных исследований. Например, известна зависимость числа рождений недоношенных и слабых детей, младенческих смертей от уровня загрязнений почвы, водоемов, состояния атмосферы и расстояния от источника заражения. Для доказательства этого наблюдения, достоверного анализа и надежного прогноза рисков нужна пространственная и информационная инфраструктура. В данном примере предполагается, что Росстат в сотрудничестве с Минздравом публикует статистику по рождениям недоношенных и слабых детей, младенческим смертям по регионам в динамике, Минприроды и другие ответственные ведомства публикуют данные по источникам загрязнения, Росреестр поддерживает подробные детализированные до предприятий топографические карты. Инструментарием ГИС эти данные могут быть интегрированы, системно проанализированы,

и результат представлен средствами картографии, наглядно и в динамике показывая связи между природными и антропогенными процессами и социальными явлениями в выбранных регионах.

Отечественные проекты, как правило, отличаются ориентацией на определенную предметную область, по которой представлены пространственные данные. Основные сферы применения ГИС-технологий в России – картография, инфраструктура урбанизированных территорий, геология, метеорология, опасные природные процессы. Создание официальной публичной кадастровой карты РФ с расширенными данными и указанием межевания земельных участков, справочной информацией о квартирах стимулировала проекты в области природопользования, землеустройства и землепользования, экологии, недвижимости и некоторые другие области. Карта стала результатом Федеральной целевой программы «Создание автоматизированных систем ведения государственного земельного кадастра Российской Федерации (АС ГЗК)», принятой в 1996 г. [Публичная кадастровая карта..., 2021]. Продолжительные сроки создания этого межведомственного государственного ресурса не в последнюю очередь определялись отсутствием соответствующей информационной базы, учитывающей потребности разных типов пользователей. Это подтверждает, что успех реализации ГИС-приложений зависит не только от уровня применяемых ГИС-технологий, но и от полноты и уровня развития информационной инфраструктуры, востребованности результатов органами управления.

Создание национального кадастра способствовало распространению ГИС-приложений в муниципальном управлении для задач территориального планирования. Картографические веб-сервисы предоставляют по запросу муниципалитетов кадастровые данные в утвержденном едином формате.

Наиболее близкое к социальной проблематике – внедрение ГИС в проведение переписи населения в России – находится на начальном этапе и не имеет комплексного характера, притом что международный опыт в этом направлении имеет давнюю традицию и разнообразные подходы. ГИС в зарубежных исследованиях воспринимается и используется как важный инструмент подготовки и оперативного управления процессом переписи населения. В существующей российской практике на подготовительном этапе переписи в качестве картографического обеспечения готовятся только схематические планы на территорию городских и сельских населенных пунктов, внутригородских районов и округов, а также схематические карты районов. Планируется в перспективе активно внедрять ГИС и интегрировать с другими технологиями, что особо

актуально в свете новых предложений Росстата по совершенствованию технологии проведения переписи населения в соответствии с международным опытом. В переписи 2021 г. уже была реализована возможность ответа на вопросы переписи на сайте Госуслуги РФ и использование портативных электронных устройств для заполнения переписных листов в ходе традиционного обхода.

В ряде субъектов РФ разработаны и поддерживаются ГИС-проекты, разнообразная и обширная информация по проблематике ГИС (технологии, программные продукты, приложения, наборы данных и пр.) представлена на портале ГИС ассоциации РФ [ГИС-ассоциация..., 2022]. Значительное число разработок в области ГИС представлено на портале проекта GISGeo [Геоинформационные..., 2020], целью которого является геомаркетинг, популяризация пространственного анализа и применения ГИС в бизнесе. Однако большинство представленных ресурсов не доступны или носят информационно-презентационный характер. Доступные ГИС-проекты в основном содержат документы кадастрового учета, данные геодезических измерений и топографическую информацию. Некоторые проекты поддерживают лишь справочные функции с визуализацией адресов организаций на электронных картах.

Пионерами в разработке и использовании ГИС-приложений являются бизнес и научное сообщество. Исследования по ГИС-технологиям ведутся в нескольких университетах, известны проекты и реализации Тюменского и Тверского университетов, выполненные на базе региональных геопорталов. Один из примеров проекта по применению ГИС-технологий в экономическом анализе выполнен на базе Сибирского отделения РАН. Представлен процесс создания тематических карт, на основе которых сформирована геоинформационная экономическая модель мониторинга и комплексной оценки состояния экономики и социальной инфраструктуры территории Сибирского федерального округа [Популях и др., 2011]. Известен проект по разработке электронного атласа для визуализации статистических данных о лесах России на основе данных отраслевых статистических наблюдений. Проект выполнен на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. Атлас реализован, но заказчик – Минприроды – не представил ресурс в открытом доступе [Малышева и др., 2014]. Компаниями и научными организациями развиваются ГИС-проекты, связанные с добычей нефти и газа и других полезных ископаемых, известны проекты, связанные с мониторингом опасных природных явлений и охраной окружающей среды, наблюдением за мировым океаном (морской атлас) и т. д. Значительное число проектов выполняется с ис-

пользованием ГИС-платформы локализованной ArcGIS (США), но также используются и отечественные ГИС-продукты.

В России регулярно проводятся конференции по вопросам ГИС, одна из известных – Конференция ИнтерГИС [Материалы..., 2020]. Анализ статей последних лет показал, что идеи и технологические инструменты ГИС, разработанные в России, сопоставимы с мировыми образцами, но в стране значительно отстает уровень доступной исследователям и гражданам информационной и пространственной инфраструктуры, правового регулирования и административной дисциплины. Это обстоятельство подтверждает и опубликованный в начале 2020 г. доклад Росреестра [Белогурова и др., 2020].

ПРОЕКТ ПО РАЗРАБОТКЕ ГИС-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РЕГИОНОВ РФ

В условиях отсутствия единого межведомственного информационного ресурса для целей социальной политики и проблематичности его создания в ближайшей перспективе безусловный интерес представляют имеющиеся реализации схожих ресурсов по отдельным направлениям социально-экономических исследований, разработанных в университетском сообществе России, таких как Портал социологических данных Российской академии народного хозяйства и государственной службы [Портал..., 2020], Единый архив социологических и экономических данных Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» [Единый архив..., 2020]. Особое место в составе подобных систем занимает Университетская информационная система РОССИЯ [УИС РОССИЯ..., 2020]. Ресурс создан и целенаправленно развивается как тематическая электронная библиотека и база данных для исследований и учебных курсов в области экономики, управления, социологии, лингвистики, философии, филологии, международных отношений и других гуманитарных наук. В составе УИС РОССИЯ – комплекс баз данных «Регионы России», «Регионы России: оперативная статистика», «Дети России», «Россия: муниципалитеты», «Финансовая статистика» на основе данных Росстата и других государственных ведомств. Массив статистических показателей дополнен модулем, включающим вычисляемые значения, снабженные справкой (определение, алгоритм, формула) области, особенности и примеры применения.

В УИС РОССИЯ реализованы инструменты визуализации показателей средствами деловой инфографики и средствами картографического анализа для формирования региональных типологий.

Раздел «Аналитические публикации» формируется из электронных версий первоисточников и включает свыше 30 представленных в ретроспективе и обновляемых на регулярной основе коллекций – мониторинги министерств; аналитические доклады, публикации и статистические массивы российских и международных исследовательских центров, издания СМИ.

В составе УИС РОССИЯ создана База географических знаний (БГЗ). База построена на основе Государственного каталога географических названий – официальном первоисточнике географических названий РФ и включает полный список географических названий основных типов объектов, поддерживается в актуальной версии ФГБУ «Центр геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных». Средствами БГЗ определяются названия территорий и регионов в аналитических публикациях, статьи приписываются к соответствующим регионам в базах данных. Такое решение поддерживает интегрированный поиск по статистическим показателям и аналитическим публикациям [Юдина и др., 2015].

Начата работа по созданию ГИС-платформы для социально-экономических исследований. В качестве основы для ГИС-технологии предлагается решение, разработанное специалистами Института проблем передачи информации РАН (ИППИ РАН) – функционально-ориентированный подход к мониторингу, анализу и прогнозу пространственно-временных процессов. Такая платформа реализована в проектах «Мониторинг и анализ природных процессов» [Gitis et al., 2015], «Прогноз землетрясений» [Gitis et al., 2016; Прогноз..., 2020] и «Исследование природных и антропогенных процессов в Российской Арктике» [Gitis et al., 2018; ГИС-платформа..., 2018].

Подход основан на интеграции двух оригинальных сетевых технологических средств: 1) сетевая двухуровневая ГИС-платформа, обеспечивающая наглядный доступ к результатам анализа социально-экономических процессов для широкого класса пользователей (1-й уровень) и комплексный анализ пространственно-временных геостатистических данных специалистами (2-й уровень); 2) систематически обновляемая база социально-экономических показателей, публикаций и документов из различных ведомств.

Картографическая Веб-ГИС 1-го уровня выполняется в архитектуре тонкого клиента (серверное приложение). Она будет загружать необходимые данные из базы данных УИС РОССИЯ, вычислять комплексные новые показатели и интегральные индексы (факторы) и визуализировать результаты в виде картограмм, графиков, диаграмм и таблиц.

Простой интерфейс даст возможность легкого усвоения информации для широкого класса пользователей сети Интернет [Прототип Веб-ГИС..., 2022].

Базисом для разработки Веб-ГИС 2-го уровня, предназначенной для исследования пространственно-временных геоданных специалистами, является система КОМПАС (Java-приложение) [Богомолова и др., 2011, ГИС КОМПАС..., 2020], которая будет первоначально запускаться с ГИС-проектом, автоматически подготовленным на первом уровне. При этом пользователь сможет дополнительно загружать в ГИС второго уровня данные с произвольных удаленных серверов и своей локальной сети, а также сможет сохранять результаты работы в виде персонального ГИС-проекта. ГИС КОМПАС имеет развитый инструментарий для детального анализа исследуемых пространственно-временных процессов специалистом.

В сотрудничестве со специалистами ИППИ РАН развиваются методы пространственно-временного анализа, типологизации и оценивания индексов различных характеристик административных субъектов.

Разрабатываемый функционально ориентированный на анализ пространственно-временных социально-экономических процессов инструментарий является современным технологическим средством для учебного процесса и исследований в университетах и может быть востребован в науч-

ных организациях и ведомствах для сравнительного анализа административных субъектов РФ.

ВЫВОДЫ

Отечественные ГИС-приложения, сравнимые с мировым уровнем, выполнены в областях, по которым представлены полноценные пространственные данные – картография, геология, метеорология, опасные природные процессы, чрезвычайные ситуации и др. В реализации ГИС-приложений для социально-экономических исследований Россия отстает от развитых стран. Данные о пространственной среде и инфраструктуре территории необходимы для многих системных и сравнительных социальных исследований. Отсутствие полноценной инфраструктуры пространственных данных ограничивает специалистов.

Пространственный анализ не стал инструментом и не внедрен в широкую практику подготовки решений на всех уровнях управления в РФ [Белогурова и др., 2020]. Формирование национальной инфраструктуры пространственных данных сталкивается с административными и организационными трудностями. Но процесс идет, и разработки научного сообщества страны в области ГИС-приложений могут оказаться важными для продвижения современных методов анализа и принятия решений с использованием пространственных данных и ГИС-технологий.

Благодарность. Работа поддержана грантом РФФИ № 20-07-00700 на проект «Разработка новой геоинформационной технологии и информационного ресурса для исследования пространственно-временных социально-экономических процессов в субъектах Российской Федерации».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белогурова Е.Б., Воробьев В.Е., Гвоздев О.Г. и др. Пространственные данные: потребности экономики в условиях цифровизации // Фед. служба гос. регистрации, кадастра и картографии; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики»; НИИ «АЭРОКОСМОС». М.: НИУ ВШЭ, 2020. 128 с.
- Богомолова А.В., Юдина Т.Н., Вайншток А.П., Гитис В.Г. ГИС-технология для анализа субъектов РФ по геостатистическим данным // Прикладная информатика. 2011, № 1 (31). С. 61–76.
- Мальшева Н.В., Золина Т.А., Владимирова Н.А. Локальный картографический сервис для визуализации статистических данных о лесах России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2014. № 6. С. 32–38.
- Петухова О.В., Богомолова А.Б., Юдина Т.Н. О подходах к формированию межведомственных статистических ресурсов, необходимых для мониторинга выполнения социальных программ // Вопросы статистики. 2016. № 6. С. 61–72.
- Популях Ю.Г., Ададинова Л.Ю., Ойдын Т.М. Геоинформационные технологии в системном анализе экономики и социальной инфраструктуры территорий // Экономический анализ: теория и практика. 2011. Вып. 38. С. 2–12.
- Юдина Т.Н., Богомолова А.В., Петухова О.В. Университеты и образовательные технологии для развития общества // Образовательные технологии и общество. 2015. Т. 18. № 3. С. 462–487.
- Corti P., Kralidis A.T., Lewis B. Enhancing discovery in spatial data infrastructures using a search engine, *Peer Journal Computer Science*, 2018, no. 4, p. e152.
- Gitis V., Derendyaev A., Weinstock A. Web-based GIS technologies for monitoring and analysis of spatio-temporal processes, *International Journal of Web Information Systems*, 2016, vol. 12(1), p. 102–124.
- Gitis V.G., Derendyaev A.B., Petrov K.N., Weinstock A.P., Dumanskaya I.O., Zatsepa S.N., Zelenko A.A., Ivchenko A.A., Nesterov E.S. Technology of Monitoring and Analysis of the Hydrometeorological Situation in the Arctic, *Journal of Communications Technology and Electronics*, 2018, vol. 63(6), p. 691–705.
- Gitis V.G., Derendyaev A.B., Weinstock A.P. Web-Based Geographic Information Technologies for Environ-

- mental Monitoring and Analysis, *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2015, ICCSA 2015, Lecture Notes in Computer Science*, 2015, vol. 9157.
- Janikas M.V., Rey S.J. Spatial Clustering, Inequality and Income Convergence, *Region Development*, 2005, vol. 21, p. 45–64.
- McGuire S. Understanding the use of geographical information systems (GIS) in health informatics research: A review, *Journal of Innovative Health Information*, 2017, vol. 24(2), p. 940, DOI: 10.14236/jhi.v24i2.940.
- Overman H. GIS a job: what use geographical information systems in spatial economics, *Journal of regional science*, 2010, vol. 50(1), p. 165–180.
- Rey S. Bells in Space: The Spatial Dynamics of US Interpersonal and Interregional Income Inequality, *International Regional Science Review*, 2015, vol. 41(2), DOI: 10.1177/0160017615614899.
- Rey S. Bells in Space: The Spatial Dynamics of US Interpersonal and Interregional Income Inequality, *Sage Journal*, 2016, vol. 41, iss. 2, p. 152–156.
- Riker W.H., Ordeshook P.C. A Theory of the Calculus of Voting, *American Political Science Review*, 1968, vol. LXII, p. 25–42.
- Wandl A. Territories-in-between. A Cross-case Comparison of Dispersed Urban Development in Europe, *Architecture and the Built Environment*, 2020, no. 2, DOI: 10.7480/abe.2019.14.
- Worral L. Spatial analysis and spatial policy using geographic information systems, London, Belhaven Press, 1991, 236 p.
- Электронные ресурсы**
- Ботороева Е. Матвиенко предложила доработать Стратегию пространственного развития России до 2025 года // Парламентская газета. 18 августа 2020. URL: <https://www.pnp.ru/social/matvienko-predlozhila-dorabotat-strategiyu-prostranstvennogo-razvitiya-rossii-do-2025-goda.html> (дата обращения 30.10.2020).
- Геоинформационные технологии, геомаркетинг, гео-данные: GISGeo. URL: <http://gisgeo.org/gisportal/geoportals.html> (дата обращения 10.10.2020).
- ГИС КОМПАС. Дети России. Индекс благополучия. URL: <https://distcomp.ru/geo/compass> (дата обращения 10.10.2020).
- ГИС-ассоциация: портал. 2020. URL: <http://gisa.ru> (дата обращения 10.10.2020).
- ГИС-платформа. 2018. URL: <http://distcomp.ru/geo/arctic/> (дата обращения 10.10.2020).
- Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2007/2/ЕС от 14 марта 2007 г. об установлении инфраструктуры пространственной информации в ЕС (INSPIRE). URL: <http://base.garant.ru/70440734/> (дата обращения 10.10.2020).
- Единый архив социологических и экономических данных НИУ ВШЭ. URL: <http://sophist.hse.ru/> (дата обращения 06.04.2020).
- Итоги 2019 года и ближайшие перспективы // Федеральный фонд пространственных данных РФ. URL: <https://rosreestr.gov.ru/activity/geodeziya-i-kartografiya/federalnyy-kartografo-geodezicheskiy-fond/> (дата обращения 13.01.2020).
- Матвиенко предложила доработать Стратегию пространственного развития России до 2025 года // Парламентская газета. 18.08.2020. URL: <https://www.pnp.ru/social/matvienko-predlozhila-dorabotat-strategiyu-prostranstvennogo-razvitiya-rossii-do-2025-goda.html> (дата обращения 10.10.2020).
- Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». URL: <http://intercarto.msu.ru/jour/index.php?lang=ru> (дата обращения 22.11.2020).
- Национальный стандарт базовой подготовки пространственных данных, ГОСТ Р 53339-2009. Группа Т43. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53339-2009> (дата обращения 30.10.2020).
- Портал социологических данных РАНХ и ГС. URL: <https://social.ranepa.ru/baza> (дата обращения 10.10.2020).
- Прогноз. 2020. URL: <http://distcomp.ru/geo/prognosis/> (дата обращения 10.10.2020).
- Прототип Веб-ГИС. 2022. URL: <http://geo.iitp.ru/map2/> (дата обращения 14.01.2022).
- Публичная кадастровая карта Российской Федерации. URL: <https://публичная-кадастровая-карта.рф/> (дата обращения 13.01.2022).
- Распоряжение Правительства РФ от 21 августа 2006 г. № 1157-р «О Концепции создания и развития инфраструктуры пространственных данных РФ». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12049036/#1000> (дата обращения 30.10.2020).
- УИС РОССИЯ. Университетская информационная система. URL: <http://uisrussia.msu.ru> (дата обращения 30.10.2020).
- Advancement of the national spatial data infrastructure, Federal Geographical Data Committee, URL: <https://www.fgdc.gov/nsdi/nsdi.html> (дата обращения 30.10.2020).
- Coronavirus (COVID-19), URL: <https://coronavirus-monitor.ru/> (дата обращения 14.01.2022).
- COVID-19. Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU), URL: <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6> (дата обращения 06.10.2020).
- Data Distribution Report – Go-Geo! The Geo-Data Portal Project, URL: <https://studylib.net/doc/9008437/data-distribution-report---go-geo--the-geo-data-portal-pr> (дата обращения 30.10.2020).
- European Geographic Information Infrastructure, URL: https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2001/icc2001/file/f14009.pdf (дата обращения 06.10.2020).
- Executive order 12906, 1994, URL: <https://govinfo.library.unt.edu/npr/library/direct/orders/20fa.html> (дата обращения 30.10.2020).
- GIS enhances the spatial intelligence of landscape architects, Faculty of Architecture and the Built Environment, Delft University, URL: <https://www.tudelft.nl/en/architecture-and-the-built-environment/research/research-stories/more-stories/2015/gis-enhances-the-spatial-intelligence-of-landscape-architects/> (дата обращения 30.10.2020).
- Howard J. The best and worst US states for children CNN, june 27, 2018, URL: <https://edition.cnn.com/2018/06/27/health/child-well-being-state-rankings-study/> (дата обращения 06.10.2020).
- ICPSR. Inter-University Consortium for Political and Social Research, URL: <https://www.icpsr.umich.edu/> (дата обращения 30.10.2020).
- INSPIRE Geoportal. Enhancing access to European spatial data, 2020, URL: <https://inspire.ec.europa.eu/> (дата обращения 13.01.2020).

- Koch Robert Institute, Event Horizon Covid-19, URL: https://www.rki.de/EN/Home/homepage_node.html;jsessionid=6201630F6E094F89D53DF538F6424379.internet062 (дата обращения 13.01.2022).
- Local Government: Improving local government operations and enhancing services provided to the public, URL: <https://solutions.arcgis.com/gallery/#s=0> (дата обращения 06.10.2020).
- National Spatial Data Infrastructure Strategic Framework, 2016, URL: <https://www.fgdc.gov/nsdi-plan/2017/nsdi-strategic-framework.pdf> (дата обращения 30.10.2020).
- Ratti C. MIT Senseable City Lab, URL: <http://senseable.mit.edu/> (дата обращения 06.10.2020).
- State Government: Improving state government operations and enhancing services provided to the public, URL: <https://solutions.arcgis.com/gallery/#s=0&md=industries:state-government> (дата обращения 06.04.2020).
- Tomlinson R. Geographic Information Systems, Spatial Analysis, and Decision Making in Government, 1974, URL: https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1563584/1/Tomlinson_Thesis.pdf (дата обращения 22.11.2020).
- UK Data Archive, University of Essex, URL: <https://www.data-archive.ac.uk/> (дата обращения 30.10.2020).
- UN Report on the Results of a Survey on Census Methods used by Countries in the 2010 Census Round, 2011, URL: <http://unstats.un.org/unsd/censuskb20/Knowledgebase-Article10696.aspx> (дата обращения 06.10.2020).

Поступила в редакцию 19.04.2020

После доработки 06.11.2021

Принята к публикации 27.12.2021

GIS-TECHNOLOGIES FOR SOCIAL INVESTIGATIONS

T.N. Yudina¹, A.V. Bogomolova², O.V. Petuhova³, A.P. Vainshtok⁴

¹ *Lomonosov Moscow State University, Research Computing Center, Laboratory of Information Systems, Leading Scientific Researcher, Ph.D. in History; e-mail: yudina@srcc.msu.ru*

² *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics, Department of macroeconomic planning and strategic management, Associate Professor, Ph.D. in Economics; e-mail: anna.bogo@gmail.com*

³ *Central Economic Mathematical Institute of the Russian Academy of Science, Laboratory of Economic Development Strategy, Leading Scientific Researcher, Ph.D. in Economics; e-mail: ovpet44@gmail.com*

⁴ *Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences, Sector of Geoinformation Technologies and Systems, Senior Scientific Researcher, Ph.D. in Engineering; e-mail: wein@iitp.ru*

GIS technologies increase the potential of socio-economic studies, i. e. they support collection, storage, processing and display of spatial data and documents related to a specific territory, as well as provide tools for system analysis of the situation, comparison and typology of territories and visualization of results. The range of sources for socio-economic research is steadily expanding; in addition to official statistics, "big data", text documents, photographs, audio and video recordings, aerial photography, space photography, remote sensing of the Earth and other are available. GIS technologies make it possible to integrate various types of data characterizing a certain territory and visualize them in the form of layers on electronic maps. The possibilities offered by GIS make them modern tools for the complex analysis of regions and territories. Using these tools, the scientific community, business and government departments develop GIS applications for the comprehensive study of specific geographic objects, as well as analytical models and educational programs.

Significant GIS applications could be only implemented if there is full-fledged spatial data platform. Elaboration of the national spatial platform, starting with the development of standards for the interoperability of resources available at different government departments and other participating institutions, is the responsibility of government agencies.

The article reviews several GIS applications for social research functioning in foreign and Russian universities and research centers and briefly presents a Russian project to develop an open use platform for the study of socio-economic processes in the subjects of the Russian Federation using GIS tools. Foreign experience and inventions of the Russian scientific community may prove to be important for the promotion of geoinformation research methods in this country.

Keywords: spatiotemporal analysis, data visualization, spatial data infrastructure, typology of regions

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 20-07-00700 Elaboration of innovative geoinformation technology and information resource for the investigation of spatiotemporal socioeconomic processes in constituents of the Russian Federation).

REFERENCES

- Belogurova E.B., Vorob'ev V.E., Gvozdev O.G. et al. *Prostranstvennyye dannye: potrebnosti ekonomiki v usloviyah cifrovizatsii* [Spatial Data: the Needs of the Economy in the Context of Digitalization], The Federal Service for State Registration, Cadaster and Cartography; Higher School of Economics-National research university; ISR "AEROCOSMOS", Moscow, Higher School of Economics Publ., 2020, 128 p. (In Russian)
- Bogomolova A.V., Judina T.N., Vajnshtok A.P., Gitis V.G. GIS-tehnologiya dlja analiza sub'ektiv RF po geostatisticheskim dannym [GIS-technology for the analysis of the Russian Federation subjects on the basis of geostatistical data], *Journal of Applied Informatics*, 2011, no. 1(31), p. 61–76. (In Russian)
- Corti P., Kralidis A.T., Lewis B. Enhancing discovery in spatial data infrastructures using a search engine, *Peer Journal Computer Science*, 2018, no. 4, p. e152.
- Gitis V., Derendyaev A., Weinstock A. Web-based GIS technologies for monitoring and analysis of spatio-temporal processes, *International Journal of Web Information Systems*, 2016, vol. 12(1), p. 102–124.
- Gitis V.G., Derendyaev A.B., Petrov K.N., Weinstock A.P., Dumanskaya I.O., Zatsepa S.N., Zelenko A.A., Ivchenko A.A., Nesterov E.S. Technology of Monitoring and Analysis of the Hydrometeorological Situation in the Arctic, *Journal of Communications Technology and Electronics*, 2018, vol. 63(6), p. 691–705.
- Gitis V.G., Derendyaev A.B., Weinstock A.P. Web-Based Geographic Information Technologies for Environmental Monitoring and Analysis, *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2015. ICCSA 2015, Lecture Notes in Computer Science*, 2015, vol. 9157.
- Janikas M.V., Rey S.J. Spatial Clustering, Inequality and Income Convergence, *Region Development*, 2005, vol. 21, p. 45–64.
- Malysheva N.V., Zolina T.A., Vladimirova N.A. Lokal'nyj kartograficheskij servis dlya vizualizatsii statisticheskikh dannyh o leash Rossii [Local cartographic service for visualization of the forest statistics of Russia], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2014, no. 6, p. 32–38. (In Russian)
- McGuire S. Understanding the use of geographical information systems (GIS) in health informatics research: A review, *Journal of Innovative Health Information*, 2017, vol. 24(2), p. 940, DOI: 10.14236/jhi.v24i2.940.
- Overman H. GIS a job: what use geographical information systems in spatial economics, *Journal of regional science*, 2010, vol. 50(1), p. 165–180.
- Petuhova O.V., Bogomolova A.B., Yudina T.N. O podhodah k formirovaniyu mezhvedomstvennykh statisticheskikh resursov, neobhodimyyh dlya monitoring vypolneniya social'nykh programm [On approaches to development of interagency statistical resources for monitoring the performance of social programs], *Voprosy statistiki*, 2016, no. 6, p. 61–72. (In Russian)
- Populjah Ju.G., Adadinova L.Ju., Ojdup T.M. Geoinformatsionnye tehnologii v sistemnom analize jekonomiki i social'noj infrastruktury territorij [Geoinformation technologies in the system analysis of the economy and social infrastructure of territories], *Regional Economics: Theory and Practice, Publishing house FINANCE and CREDIT*, 2011, no. 38, p. 2–12. (In Russian)
- Rey S. Bells in Space: The Spatial Dynamics of US Interpersonal and Interregional Income Inequality, *International Regional Science Review*, 2015, vol. 41(2), DOI: 10.1177/0160017615614899.
- Rey S. Bells in Space: The Spatial Dynamics of US Interpersonal and Interregional Income Inequality, *Sage Journal*, 2016, vol. 41, iss. 2, p. 152–156.
- Riker W.H., Ordeshook P.C. A Theory of the Calculus of Voting, *American Political Science Review*, 1968, vol. LXII, p. 25–42.
- Wandl A. Territories-in-between. A Cross-case Comparison of Dispersed Urban Development in Europe, *Architecture and the Built Environment*, 2020, no. 2, DOI:10.7480/abe.2019.14.
- Worrall L. *Spatial analysis and spatial policy using geographic information systems*, London, Belhaven Press, 1991, 236 p.
- Yudina T.N., Bogomolova A.V., Petuhova O.V. Universitety i obrazovatel'nye tehnologii dlya razvitiya obshchestva [Universities and Educational Technologies for Social Development], *Educational Technology and Society*, 2015, vol. 18, no. 3, p. 462–487. (In Russian)
- Web sources*
- Advancement of the national spatial data infrastructure, Federal Geographical Data Committee, URL: <https://www.fgdc.gov/nsdi/nsdi.html> (access date 30.10.2020).
- Botoroeva E. Matvienko predlozhila dorabotat' Strategiju prostranstvennogo razvitiya Rossii do 2025 goda [Matvienko proposed to finalize the Strategy of the spatial development of Russia until 2025], Parliamentary newspaper, August 18, 2020, URL: <https://www.pnp.ru/social/matvienko-predlozhila-dorabotat-strategiyu-prostranstvennogo-razvitiya-rossii-do-2025-goda.html> (access date 10.30.2020).
- Coronavirus (COVID-19), URL: <https://coronavirus-monitor.ru/> (access date 14.01.2022). (In Russian)
- COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU), URL: <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6> (access date 06.10.2020).
- Data Distribution Report – Go-Geo! The Geo-Data Portal Project, URL: <https://studylib.net/doc/9008437/data-distribution-report---go-geo--the-geo-data-portal-pr> (access date 30.10.2020).
- Data Distribution Report – Go-Geo! The Geo-Data Portal Project, URL: <https://studylib.net/doc/9008437/data-distribution-report---go-geo--the-geo-data-portal-pr> (access date 30.10.2020).
- Direktiva 2007/2/ES Evropejskogo parlamenta i Soveta Evropy ot 14 marta 2007g. po sozdaniyu infrastruktury prostranstvennoj informatsii ES (INSPIRE) [European Parliament and Council of Europe Directive, # 2007/2/ES, March 14, 2007], URL: <http://base.garant.ru/70440734/> (access date 10.10.2020). (In Russian)
- Edinyj arhiv sociologicheskikh i ekonomicheskikh dannyh NIU VSHE [Unified archive of sociological and economic data of the National Research University Higher School of Economics], URL: <http://sophist.hse.ru/> (access date 06.04.2020). (In Russian)

- Executive order 12906, 1994, URL: <https://govinfo.library.unt.edu/npr/library/direct/orders/20fa.html> (дата обращения 30.10.2020).
- Geoinformation technologies, geomarketing, geodata: GIS-Geo, URL: <http://gisgeo.org/gisportal/geoportals.html> (access date 10.10.2020).
- GIS Association (potal), URL: <http://gisa.ru> (access date 10.10.2020). (In Russian)
- GIS COMPASS, Children of Russia, Child wellbeing, URL: <https://distcomp.ru/geo/compass> (access date 14.01.2022). (In Russian)
- GIS enhances the spatial intelligence of landscape architects, Faculty of Architecture and the Built Environment, Delft University, URL: <https://www.tudelft.nl/en/architecture-and-the-built-environment/research/research-stories/more-stories/2015/gis-enhances-the-spatial-intelligence-of-landscape-architects/> (access date 30.10.2020).
- GIS enhances the spatial intelligence of landscape architects, Faculty of Architecture and the Built Environment, Delft University, URL: <https://www.tudelft.nl/en/architecture-and-the-built-environment/research/research-stories/more-stories/2015/gis-enhances-the-spatial-intelligence-of-landscape-architects/> (access date 30.10.2020).
- GIS platform, 2018, URL: <http://distcomp.ru/geo/arctic/> (access date 10.10.2020). (In Russian)
- Howard J. The best and worst US states for children CNN, June 27, 2018, URL: <https://edition.cnn.com/2018/06/27/health/child-well-being-state-rankings-study/> (access date 13.01.2022).
- ICPSR, Inter-University Consortium for Political and Social Research, URL: <https://www.icpsr.umich.edu/> (access date 30.10.2020).
- INSPIRE Geoportal. Enhancing access to European spatial data, 2020, URL: <https://inspire.ec.europa.eu/> (access date 13.01.2022).
- Local Government: Improving local government operations and enhancing services provided to the public, URL: <https://solutions.arcgis.com/gallery/#s=0> (access date 06.10.2020).
- Materialy Mezhdunarodnoi konferensii "InterCarto. InterGIS" [Proceedings of International Conference "InterCarto. InterGIS"], URL: <http://intercarto.msu.ru/jour/index.php?lang=ru> (access date 22.11.2020). (In Russian)
- Matvienko proposed to finalize the Strategy for Spatial Development of Russia until 2025, Parliamentary newspaper, 18 August 2020, URL: <https://www.pnp.ru/social/matvienko-predlozhila-dorabotat-strategiyu-prostranstvennogo-razvitiya-rossii-do-2025-goda.html> (access date 30.10.2020). (In Russian)
- National Spatial Data Infrastructure Strategic Framework, 2016, URL: <https://www.fgdc.gov/nsdi-plan/2017/nsdi-strategic-framework.pdf> (access date 30.10.2020).
- Natsionalny standart podgotovki prostranstvennykh dannykh, GOST P 53339-2009 [National standard for the preparation of spatial data, GOST R 53339-2009], URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53339-2009> (access date 30.10.2020). (In Russian)
- Portal sociologicheskikh dannykh RANH i GS [Portal of sociological data of the Russian Academy of National Economy and Public Administration], URL: <https://social.ranepa.ru/baza> (access date 30.10.2020). (In Russian)
- Prognosis 2020, URL: <http://distcomp.ru/geo/prognosis/> (access date 10.10.2020). (In Russian)
- Prototype Veb-GIS, 2022, URL: <http://geo.iitp.ru/map2/> (access date 14.01.2022). (In Russian)
- Publichnaya kadaastrovaya karta RF [Public Cadastral Map of the Russian Federation], URL: <https://public-cadastral-map.rf/> (access date 01.13.2022).
- Rasporyazhenie pravitel'stva RF ot 21 avgusta 2006 g. no. 1157-r "O Koncepcii sozdaniya i razvitiya infrastruktury prostranstvennykh dannykh RF" [Decree of the Government of the Russian Federation of August 21, 2006, no. 1157-r. About the Concept of Creation and Development of Spatial Data Infrastructure of the Russian Federation], URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12049036/#1000> (access date 06.04.2020). (In Russian)
- Ratti C. MIT Senseable City Lab, URL: <http://senseable.mit.edu/> (дата обращения 06.10.2020).
- Results of 2019 and immediate prospects, The National Spatial Data Infrastructure (NSDI) Federalny Fond Prostranstvennykh dannykh RF [Federal Spatial Data Foundation of the Russian Federation], URL: https://con-fig.com/wp-content/uploads/2020/02/Rebrij_Itoji-2019-goda-i-perspektivy-razvitiya.pdf (access date 13.01.2020). (In Russian)
- State Government: Improving state government operations and enhancing services provided to the public, URL: <https://solutions.arcgis.com/gallery/#s=0&md=industries:state-government> (access date 06.04.2020).
- Tomlinson R. Geographic Information Systems, Spatial Analysis, and Decision Making in Government, 1974, URL: https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1563584/1/Tomlinson_Thesis.pdf (access date 22.11.2020).
- UIS RUSSIA [University information system], URL: <http://uisrussia.msu.ru> (access date 30.10.2020). (In Russian)
- UK Data Archive, University of Essex, URL: <https://www.data-archive.ac.uk/> (access date 30.10.2020).
- UN Report on the Results of a Survey on Census Methods used by Countries in the 2010, Census Round, 2011, URL: <http://unstats.un.org/unsd/censuskb20/KnowledgebaseArticle10696.aspx> (access date 06.10.2020).

Received 19.04.2020

Revised 06.11.2021

Accepted 27.12.2021