

УДК 528.9:332.1

DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-4-131-142

Концепция геопространственной цифровой научно-исследовательской инфраструктуры СГУГиТ

А. П. Карпик, А. В. Дубровский¹✉, О. И. Малыгина¹

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: avd5@ssga.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме создания интегрированной среды университета для развития фундаментальных и прикладных исследований в области геоинформатики и пространственного анализа. В условиях стремительного роста объемов геопространственных данных и расширения возможностей их применения необходимость создания такой научно-исследовательской инфраструктуры (НИИ) становится критически важной для повышения эффективности научной деятельности и образовательного процесса. Отсутствие единой платформы приводит к фрагментации данных, дублированию усилий и ограничению возможностей для междисциплинарных исследований. Предлагаемая концепция описывает архитектуру геопространственной цифровой НИИ университета, сосредотачивающую ключевые элементы геопространственных технологий в трех основных компонентах: ГЕОМОНИТОР, ГЕОПРОТОТИП и ГЕОПОЛИГОН. ГЕОМОНИТОР отвечает за сбор, хранение, обработку и визуализацию геопространственных данных, обеспечивая доступ к актуальной информации для исследователей и обучающихся. ГЕОПРОТОТИП предназначен для разработки и тестирования геоинформационных моделей и алгоритмов, позволяя проводить виртуальные эксперименты и моделировать различные сценарии. ГЕОПОЛИГОН представляет собой набор сервисов и приложений, предоставляющих пользователям доступ к функционалу пространственного анализа, моделирования и визуализации данных, а также реальные физические полигоны для проведения натурных исследований. Статья подробно описывает функциональность каждого компонента, его взаимосвязь с другими компонентами и механизмы взаимодействия с пользователями. Особое внимание уделяется вопросам обеспечения интеграции НИИ с существующей инфраструктурой университета и возможностям расширения ее функциональности в будущем. В качестве практических результатов работы представлен пример применения компонентов предлагаемой НИИ. В заключении на основании анализа научной литературы сделан вывод о высоком потенциале предложенной концепции геопространственной цифровой НИИ для улучшения качества научных исследований, расширения образовательных возможностей и решения актуальных проблем в области устойчивого пространственного развития. Внедрение в работу университета разработанных компонентов архитектуры НИИ способствует интеграции фундаментальных и прикладных исследований, создавая благоприятную среду для подготовки высококвалифицированных специалистов в области геоинформатики и пространственного анализа.

Ключевые слова: геопространственная цифровая научно-исследовательская инфраструктура, системный анализ, геоданные, междисциплинарные научные исследования, геоинформационные технологии, цифровой двойник, устойчивое развитие, геомониторинг, геополлигоны, геоаналитика

Для цитирования:

Карпик А. П., Дубровский А. В., Малыгина О. И. Концепция геопространственной цифровой научно-исследовательской инфраструктуры СГУГиТ // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 4. – С. 131–142. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-4-131-142

Введение

Формирование геопространственной цифровой НИИ как стратегического проекта университета обусловлена острой необходимостью создания интегрированной среды для развития фундаментальных и прикладных исследований в области геоинформатики и пространственного анализа [1]. В настоящее время отсутствует единая, структурированная цифровая геопространственная НИИ, способная эффективно объединять геопространственные данные, аппаратные и программные средства, исследовательские компетенции и образовательные программы университета. Это приводит к ряду негативных последствий [2–4]:

- во-первых, фрагментация геопространственных данных, компонентов цифровой и технической инфраструктур между отдельными подразделениями университета препятствует эффективному использованию всего накопленного потенциала научного знания внутри университета. Отсутствие единой базы пространственных данных, использование несовместимых форматов и отсутствие единых стандартов хранения информации снижают качество исследований и замедляют темпы внедрения инноваций;

- во-вторых, отсутствие общей платформы для разработки геоинформационных систем и сервисов ограничивает возможности университета в создании конкурентоспособных продуктов и решений. Разработка отдельных, не связанных между собой систем приводит к дублированию усилий и снижению эффективности;

- в-третьих, недостаток взаимодействия между фундаментальными исследованиями и прикладными разработками снижает потенциал трансфера знаний и технологий. Отсутствие цифровой НИИ, обеспеченной кадровым потенциалом, затрудняет внедрение результатов фундаментальных исследований в образовательный процесс, практику производственных работ и коммерциализацию инноваций;

- в-четвертых, недостаточная интеграция образовательных программ и исследовательской деятельности не позволяет университету

готовить высококвалифицированных специалистов, востребованных на рынке труда. Обучение в отрыве от реальных задач и актуальных проектов снижает практическую ценность образования;

- в-пятых, слабое взаимодействие с бизнесом и международными партнерами ограничивает доступ к инновационным технологиям, ресурсам и рынкам. Отсутствие цифровой платформы затрудняет совместную разработку и внедрение новых геопространственных решений.

Основной целью данной научно-исследовательской работы является описание архитектуры геопространственной цифровой НИИ университета. Объектом исследования являются цифровые технологии и информационные системы, применяемые в университете для обеспечения учебного, научного, производственного и управленческого процессов, а также взаимодействия участников образовательной и исследовательской деятельности посредством геопространственных данных и сервисов.

Предметом исследования являются процессы проектирования и построения архитектуры геопространственной цифровой НИИ, включающей интеграцию геоинформационных данных, сервисов, платформ и инструментов, обеспечивающих эффективное управление образовательными и исследовательскими ресурсами университета.

Таким образом, создание геопространственной цифровой НИИ в университете является стратегическим шагом, направленным на преодоление указанных проблем, повышение эффективности научной деятельности, усиление инновационного потенциала и подготовку высококвалифицированных специалистов [5]. Данное исследование направлено на разработку концепции и определение ключевых элементов такой НИИ, что позволит университету занять лидирующие позиции в области геопространственных технологий.

Методы и материалы

Для моделирования архитектуры геопространственной цифровой НИИ, определения ее компонентов и взаимодействий между

ними были использованы методы системного анализа. Для определения целей, задач, этапов реализации проекта и оценки рисков были использованы методы стратегического планирования, в частности, метод сценариев. Для разработки концептуальной модели базы данных для хранения и управления геопространственными данными использовались методы проектирования баз данных. Методы моделирования были использованы для разработки моделей функционирования НИИ: они позволяют оценить ее эффективность и предусмотреть возможные проблемы, связанные с ее функционированием.

В качестве материалов исследования были изучены стратегические планы развития университета, планы развития научных подразделений, отчеты о научно-исследовательской деятельности, нормативные документы, регламентирующие использование геоданных и технологий.

Было проведено анкетирование и интервьюирование, в результате чего собрана информация о потребностях и мнениях сотрудников университета (преподавателей, исследователей, административного персонала), обучающихся, а также потенциальных внешних партнеров (представителей бизнеса, государственных организаций). Это позволило оценить существующие потребности и ожидания от цифровой НИИ.

Также был применен метод SWOT-анализа: выполнена оценка сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, связанных с созданием и развитием геопространственной цифровой НИИ в университете [6].

Были использованы результаты изучения кейсов успешных проектов [7]. Применялось эталонное оценивание (Benchmarking): сравнение существующей инфраструктуры и практик университета с лучшими мировыми практиками в области построения геопространственных цифровых НИИ в других университетах и организациях [8]. Например, в качестве успешных проектов, реализованных в зарубежных университетах Австралии, рассмотрен опыт создания инфраструктуры научно-исследовательского и производственного кластера Квинслендского технологического университета [9]. В статье [10] подчеркивается значимая роль университетских инновационных инфраструктур интегрированного обучения как основного элемента взаимо-

связи между университетом и промышленностью на примере университета Флиндерса.

Особый интерес представляет передовой опыт Московского государственного университета геодезии и картографии по разработке стратегии развития университета по программе «Приоритет 2030» (Программа развития Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК) на 2021–2030 годы <https://mii-gaik.ru/upload/medialibrary/f78/f789e5346a46e1718d1750b4d6ae6dc1.pdf>. – Текст : электронный). Разработчики стратегии подчеркивают «необходимость цифровой трансформации как образовательного, так и научно-исследовательского процессов в университете», а также делают акцент на «развитии стратегических проектов, направленных на кадровое, научно-техническое и экспертно-методическое обеспечение государственной программы Российской Федерации "Национальная система пространственных данных". В качестве стратегических проектов в программе развития МИИГАиК выступают «ГеоКВАРТАЛ» (геоданные и геоинформационные технологии для инновационного развития Москвы как «Умного города-2030»), «ГеоПОРТ» (портфельное решение для развития человеческого и социального капитала национальной системы пространственных данных России), «ГеоТЕХ» (комплекс научных и технологических исследований и взаимоувязанных образовательных программ, реализованных на инфраструктурной платформе университета).

Результаты

Отсутствие интегрированной цифровой НИИ создает значительные барьеры для ведения как фундаментальных, так и прикладных исследований в области геоинформационных технологий. Научные учреждения и университеты сталкиваются с недостатком доступных и качественных геопространственных данных, что затрудняет проведение исследования и использование современных методов анализа. Без базовой инфраструктуры для сбора, хранения и обработки данных возможности для инноваций и новых открытий ограничены. С другой стороны, развитие геоинформационных систем и сервисов, поддерж-

вающих анализ и визуализацию геопроостранственной информации, невозможно без системного подхода к обучению и подготовке кадров. В условиях недостатка квалифицированных специалистов, способных работать с современными геоинформационными технологиями, университеты должны играть активную роль в формировании необходимых компетенций и навыков у обучающихся и аспирантов, формируя междисциплинарность научных исследований [11]. Ключевым моментом является внедрение программ, направленных на интеграцию теории и практики, что позволяет не только обучать, но и продвигать актуальные исследования (университет Дьюка, Вашингтон) [Balleisen, E. The Challenges of Building Interdisciplinary Ecosystems at Research Universities. № 21, 2024. – URL: <https://interdisciplinary.duke.edu/resource/challenges-building-interdisciplinary-ecosystems-research-universities>. – Текст : электронный].

Основными элементами НИИ геопроостранственных технологий являются [12]:

- геопроостранственные данные и инфраструктура (центр геомониторинга, собирающий и обрабатывающий спутниковые снимки, данные ДЗЗ, данные геодезических наблюдений, картографические материалы и т. д.);

- геопорталы и облачные платформы для доступа, визуализации и распространения геоданных;

- геоинформационные системы и сервисы;

- проектирование, разработка и внедрение собственных ГИС-решений для различных отраслевых и региональных задач;

- создание геоаналитических инструментов и приложений на базе ГИС-технологий;

- фундаментальные исследования и прикладные разработки (научно-исследовательский центр в области применения геоинформационных технологий, лаборатории пространственного моделирования, ГИС-технологии, беспилотные системы и др.);

- образование и подготовка кадров, включающая позиционирование уникальности образовательных программ по геоинформатике, геодезии, кадастру, картографии, ГИС-технологиям, оптическому приборостроению, а также программ повышения квалификации и переподготовки специалистов в сфере геоинформационных технологий (ГИТ);

- инновационная НИИ в бизнесе (бизнес-инкубатор/акселератор для стартапов в области геопроостранственных технологий, центр трансфера технологий и коммерциализации ГИТ-решений);

- международное сотрудничество, включая партнерства с ведущими университетами и научными центрами в сфере ГИТ, участие в международных исследовательских проектах и обмен передовым опытом.

Проект концепции геопроостранственной цифровой НИИ университета включает следующие разделы.

Миссия проекта: создание инновационной высокотехнологичной геопроостранственной НИИ для устойчивого развития России в новом и приближающемся технологических укладах.

Определение целей и задач создания НИИ: стать лидером Сибирского и Дальневосточного макрорегионов в образовании, исследованиях, разработках, цифровых платформенных решениях и технопредпринимательстве в области геопроостранственной деятельности.

Компоненты архитектуры НИИ представлены на рис. 1.

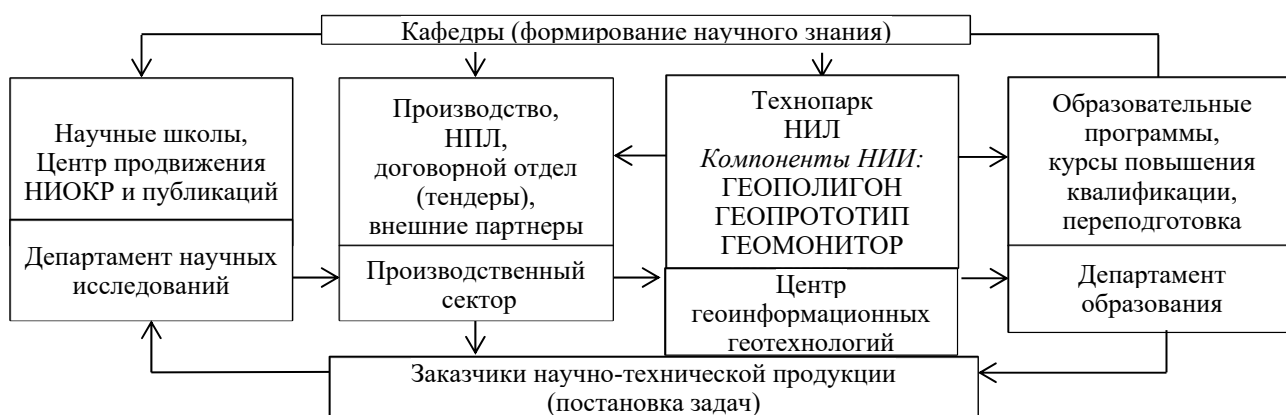


Рис. 1. Компоненты архитектуры геопроостранственной цифровой НИИ университета

Инфраструктура данных, сервисы и приложения сосредоточены в трех компонентах НИИ, которые для более емкого обозначения названы сокращенно: ГЕОМОНИТОР, ГЕОПРОТОТИП и ГЕОПОЛИГОН.

ГЕОМОНИТОР – предполагает создание в структуре университета специализированного междисциплинарного подразделения, которое станет драйвером развития НИИ геопространственных технологий и обеспечит их широкое использование для решения актуальных задач развития региона и страны. Основными целями создания являются:

- обеспечение комплексного геопространственного мониторинга, анализа и моделирования природных, социально-экономических и техногенных процессов;
- разработка и внедрение инновационных геоинформационных технологий, продуктов и услуг для различных отраслей экономики и сфер жизнедеятельности;
- подготовка высококвалифицированных кадров в области геоинформатики, геодезии, картографии и смежных дисциплин, внедрение новых технологий геомониторинга в учебный процесс.

Ключевые задачи:

- создание современной технологической и исследовательской инфраструктуры, включая геоинформационные системы, базы пространственных данных, центры обработки данных и др.;
- развитие междисциплинарных научно-исследовательских компетенций в области геомониторинга и пространственного анализа;
- формирование и реализация профессиональных модулей образовательных программ по геоинформатике, геодезии, картографии и смежным направлениям;
- формирование эффективных механизмов трансфера технологий и коммерциализации разработок университета;
- установление стратегических партнерств с органами власти, бизнесом, научными и образовательными организациями.

ГЕОПРОТОТИП – цифровой двойник – передовая научно-технологическая платформа для разработки и внедрения интеллектуальных геопространственных решений на

основе технологии цифровых двойников. Основной идеей прототипирования является создание опытного образца, модели или версии чего-либо для проверки концепции или демонстрации функциональности определенных элементов системы. Прототип – это не финальный продукт, а его предшественник, предназначенный для тестирования, улучшения и доработки модели. Прототип позволяет выявить недостатки на ранней стадии разработки, сэкономив время и ресурсы. Основными целями его создания являются:

- разработка и исследование инновационных методов и алгоритмов создания цифровых двойников пространственных объектов, процессов, явлений и систем;
- построение интегрированной геоинформационной системы на основе технологии цифровых двойников для поддержки управленческих решений;
- подготовка высококвалифицированных специалистов в области геоинформатики, пространственного моделирования и искусственного интеллекта.

Ключевые задачи:

- создание распределенной сети сенсоров и датчиков для сбора пространственных данных в режиме реального времени;
- разработка методологии построения многомасштабных цифровых двойников территорий, инфраструктуры, природных и техногенных систем;
- интеграция технологий искусственного интеллекта, больших данных и симуляционного моделирования в геоинформационные системы;
- реализация пилотных проектов по внедрению цифровых двойников в практику управления регионами, городами, предприятиями;
- подготовка и переподготовка кадров в области геоинформатики, пространственного моделирования и цифровых двойников.

ГЕОПОЛИГОН – создание междисциплинарного научно-образовательного центра, который станет полигоном для апробации, внедрения и демонстрации передовых геопространственных технологий. Геополигон позволит объединить усилия университета, органов власти, бизнеса и научного сообщества в целях

устойчивого развития региона, повышения эффективности управления территориями и улучшения качества жизни граждан. Основными целями создания являются:

- создание исследовательской и технологической платформы для разработки, тестирования и внедрения инновационных геопроостранственных решений;
- реализация пилотных проектов и демонстрационных полигонов в интересах органов государственной власти, бизнеса и гражданского общества;
- подготовка высококвалифицированных кадров, обладающих компетенциями в области геоинформатики, дистанционного зондирования, навигации, моделирования и анализа пространственных данных.

Ключевые задачи:

- формирование современной инфраструктуры для комплексного геомониторинга территорий (спутники, БПЛА, мобильные платформы, сенсорные сети и пр.);
- разработка и внедрение интегрированных геоинформационных систем, цифровых платформ и мультимасштабных 3D/4D моделей пространственных объектов;
- использование технологий искусственного интеллекта, виртуальной/дополненной

реальности, больших данных в геопроостранственных приложениях;

- реализация пилотных проектов по цифровой трансформации территорий, городской среды, инфраструктуры и отраслей экономики;
- создание механизмов трансфера технологий и коммерциализации разработок ГЕОПОЛИГОНА;
- подготовка кадров по приоритетным направлениям геоинформатики и смежных дисциплин.

Предлагаемая архитектура геопроостранственной цифровой НИИ с основными компонентами: ГЕОМОНИТОР, ГЕОПРОТОТИП, ГЕОПОЛИГОН была внедрена в производство работ и протестирована на опытных участках территории Новосибирской области. Например, полноценная реализация всего технологического цикла – сбора и накопления разновременных пространственных данных, их обработки и построения цифрового двойника процесса с последующим тестированием прототипа на реальных участках местности – была выполнена в рамках научно-исследовательской работы по мониторингу и оценке скорости разрушения береговой линии Новосибирского водохранилища (рис. 2) [13].

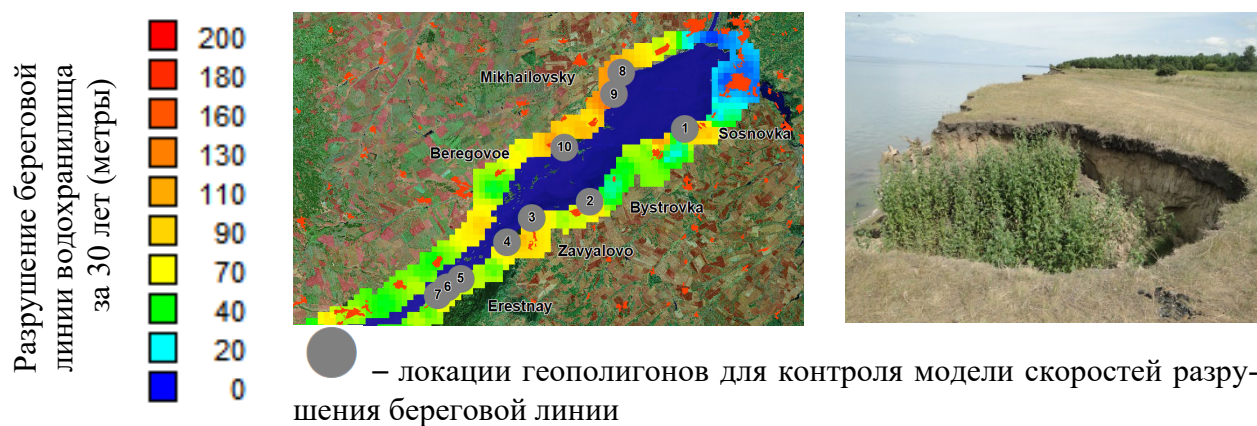


Рис. 2. Градиентная модель скоростей разрушения береговой линии Новосибирского водохранилища, визуализирующая результаты геопрототипирования

В последующем полученная цифровая модель (геопрототип) реального процесса разрушения береговой линии Новосибирского водохранилища была уточнена по фактическим данным, полученным в результате нескольких эпох наблюдения на геополлигонах.

Обсуждение

В качестве проблемы при развертывании геопроостранственной цифровой НИИ университета можно отметить тот факт, что фундаментальные исследования требуют наличия

высокоточных данных и инструментов для их анализа [14]. В свою очередь, прикладные разработки остаются на низком уровне из-за нехватки информации и высокой стоимости современных технологий, необходимых для их реализации. «Устойчивый характер пространственному развитию страны, его сбалансированность и необратимость может обеспечить проектный подход, реализуемый дифференцированно, с учетом территориальных особенностей регионов и на основе планирования и реализации крупных региональных и межрегиональных инвестиционных проектов» [15]. «Университеты все чаще воспринимают как участников процесса регионального развития. В настоящее время признано, что вклад академических учреждений в формирование социально-экономической среды отнюдь не исчерпывается научными исследованиями и образовательной деятельностью, но включает также рыночные инициативы» [Balleisen, E. The Challenges of Building Interdisciplinary Ecosystems at Research Universities. № 21, 2024. – URL: <https://interdisciplinary.duke.edu/resource/challenges-building-interdisciplinary-ecosystems-research-universities>. – Текст : электронный].

Образование и подготовка кадров в области геоинформационных технологий также остаются под угрозой. Учитывая быстрое развитие технологий, важно обеспечить работников отрасли актуальными знаниями и навыками. Без универсального и глубокого понимания принципов работы с геопространственными данными выпускники не смогут удовлетворить потребности современного рынка труда. Как отмечается в работе [16], «региональные вузы, в собственном функционировании не учитывающие значимость улучшения пространственных свойств экономики, в существенной степени становятся причиной наиболее устойчивого и острого дисбаланса между высокими ожиданиями и фактической продуктивностью системы высшего профессионального образования».

Предлагаемые компоненты геопространственной цифровой НИИ в рамках образовательного процесса реализуют проектный подход и могут обеспечить не только формирование информационного обеспечения для целей

устойчивого развития, но и создание пространства для междисциплинарного взаимодействия, позволяя обучающимся и преподавателям работать над реальными проектами, связанными с решением актуальных социальных и экологических задач [11]. Это, в свою очередь, способствует развитию критического мышления и практических навыков у будущих специалистов, что отвечает потребностям современного рынка труда. Кроме того, интеграция инновационных технологий в учебный процесс поможет лучше подготовить обучающихся к работе с большими данными и современными геоинформационными системами. Важно, что такой подход стимулирует научные исследования, направленные на практическое применение полученных знаний, повышая их значимость и востребованность. Взаимодействие с бизнесом и международными партнерами через проектные инициативы укрепляет связи между образованием и реальным сектором, способствуя формированию устойчивой инновационной НИИ.

Создание инновационных НИИ в бизнесе требует взаимодействия с научными центрами и университетами, способными предоставлять квалифицированные кадры и подготовленные решения. Невозможность налаживания взаимовыгодного сотрудничества между образовательными учреждениями, наукой и бизнесом замедляет процесс внедрения новых технологий и, как следствие, ограничивает потенциал экономического роста [17].

Также международное сотрудничество в области геопространственных технологий представляет собой наряду с повышением уровня образования и упрощением доступа к данным важный аспект формирования устойчивой НИИ [1, 18]. Отсутствие интеграции на международном уровне приводит к тому, что страны не могут извлечь выгоду из совместных исследований и обмена опытом, а это в конечном итоге затрудняет прогресс в сфере устойчивого пространственного развития [5, 19].

Заключение

В статье была представлена концепция геопространственной цифровой НИИ университета как интегрированной среды для развития

фундаментальных и прикладных исследований в области геоинформатики и пространственного анализа. Рассмотрены ключевые составляющие данной НИИ – компоненты ГЕОМОНИТОР, ГЕОПРОТОТИП и ГЕОПОЛИГОН, – которые обеспечивают создание устойчивой инфраструктуры данных и сервисов для эффективного мониторинга и анализа геопространственной информации.

Приведенные примеры практического использования НИИ, такие как градиентная модель скоростей разрушения береговой линии Новосибирского водохранилища и мониторинг состояния береговой линии с использованием геодезических измерительных средств, демонстрируют актуальность и жизнеспособность предложенной концепции. Эти результаты подчеркивают потенциал применения геоин-

формационных технологий для решения реальных инженерно-технических, землеустроительных, экологических и градостроительных задач, связанных с устойчивым развитием мегаполисов.

Таким образом, концепция геопространственной цифровой НИИ не только отвечает требованиям современных научных исследований, но и может стать важным шагом на пути к более устойчивому и безопасному будущему. Необходимыми шагами для дальнейшего развития данной НИИ являются углубление междисциплинарного сотрудничества, активизация образовательных процессов и интеграция новых технологий, что в конечном итоге позволит обеспечить трансформацию научных идей в реальные практические решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П., Мусихин И. А., Ветошкин Д. Н. Интеллектуальные информационные модели территорий как эффективный инструмент пространственного и экономического развития // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 155–163. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-155-163. – EDN FXIMIO.
2. Карпик А. П., Обиденко В. И., Побединский Г. Г. Исследование потребности федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации в пространственных данных // Геодезия и картография. – 2021. – Т. 82, № 2. – С. 49–63. – DOI 10.22389/0016-7126-2021-968-2-49-63. – EDN MAIYHU.
3. Дубровский А. В. К вопросу разработки модели проблемно-ориентированного проектного обучения по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры» // Актуальные вопросы образования. Модель проблемно-ориентированного проектного обучения в современном университете : сб. материалов Международной научно-методической конференции, 24–26 февраля 2021 года, Новосибирск. В 3 ч. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – Ч. 3. – С. 142 – 147.
4. Антонова Н. Л., Меренков А. В. Модель «перевернутого обучения» в системе высшей школы: проблемы и противоречия // Интеграция образования. – 2018. – Т. 22, № 2 (91). – С. 237–247. – DOI 10.15507/1991-9468.091.022.201802.237-247. – EDN XROLOH.
5. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Перспективы развития геодезического и картографического производства и новая парадигма геопространственной деятельности // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 19–29. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-2-19-29. – EDN FUEEZK.
6. Бабин Е. Н. Цифровизация университета: построение интегрированной информационной среды // Университетское управление: практика и анализ. – 2018. – Т. 22, № 6. – С. 44–54. – DOI 10.15826/umpra.2018.06.057. – EDN ORULLO.
7. Зуева О. С., Шамсутдинов Э. В. Особенности развития научных исследований в российских вузах в современных условиях // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2017. – № 1(33). – С. 71–79. – EDN WNNIHU.
8. Харченко Е. В., Широкова Л. В., Тимохина Е. В. Роль университетов в формировании условий глобального технологического лидерства России // Социально-экономические явления и процессы. – 2017. – Т. 12, № 6. – С. 341–347. – EDN VVALJJ.
9. Muller D. E. F., Peer R. T. Creating a Sustainable Research Ecosystem at Universities: A Framework for Development / Higher Education, 2021 – DOI: 10.1007/s10734-020-00605-3.

10. Rampersad G. Building University Innovation Ecosystems: The Role of Work Integrated Learning as a Core Element in the University-Industry Nexus. Flinders University, Scitech Research Organisation, 2015. – Vol. 4, Issue 1. – P 231–240.

11. Дубровский А. В. Об опыте вовлечения обучающихся университета в научные исследования // Актуальные вопросы образования. Формирование механизмов системы высшего образования в России : сборник материалов Национальной научно-методической конференции с международным участием, 14–16 марта 2023 года, Новосибирск. В 3 ч. – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. – Ч. 1. – С. 223–228. – DOI 10.33764/2618-8031-2023-1-223-227. – EDN FTINRL.

12. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с. – ISBN 5-87693-146-2. – EDN QKFJEZ.

13. Карпик А. П., Аврунев Е. И., Добротворская Н. И., Дубровский А. В., Малыгина О. И., Попов В. К. Организация системы геоинформационного мониторинга состояния земельных ресурсов прибрежной зоны Новосибирского водохранилища // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. г. Новосибирск : сб. материалов. – Томск : ТПУ, 2019. – Т. 330. № 8. – С. 133–145. – DOI 10.18799/24131830/2019/8/2219. – EDN BNWNFD.

14. Алетдинова А. А., Аренов И. А., Афанасьева Р. Р. [и др.] Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. – 807 с. – DOI 10.18720/IEP/2017.4. – ISBN 978-5-7422-5881-0. – EDN ZFCQAV.

15. Комов Н. В., Шарипов С. А., Носов С. И. [и др.] Устойчивое пространственное развитие. Проектирование и управление – М. : Губарев Евгений Владимирович, 2021. – 752 с. – ISBN 978-5-504-01040-3. – EDN UGDBYH.

16. Болгова Е. В. Система образования в экономическом пространстве региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2011. – № 45 (228). – С. 29–37. – EDN OJLHUX.

17. Ефимова Е. Г. Цифровая трансформация экономики и общества: проблемы и перспективы // Экономические исследования и разработки. – 2022. – № 11-2. – С. 23–31. – DOI 10.54092/25420208_2022_112_23. – EDN TSJZZA.

18. Мерзликина Г. С., Могхарбел Н. О., Кожанова Т. Е. Стратегические приоритеты устойчивого развития региона и бизнеса. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2024. – 168 с. – ISBN 978-5-9948-4963-7. – EDN TEFYGR.

19. Воронов А. С. Пространственный подход в развитии социально-экономических систем регионов // Государственное управление. Электронный вестник. – 2019. – № 75. – С. 249–267. – EDN BZJMAN.

Об авторах

Карпик Александр Петрович – доктор технических наук, профессор, ректор СГУГиТ (2006 – 05.02.2025).

Алексей Викторович Дубровский – доктор технических наук, доцент, директор Института кадастра и природопользования.

Малыгина Олеся Игоревна – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой кадастра и территориального планирования.

Получено 21.04.2025

© А. П. Карпик, А. В. Дубровский, О. И. Малыгина, 2025

Concept of SSUGT's Geospatial Digital Research Infrastructure

A. P. Karpik, A. V. Dubrovsky¹✉, O. I. Malygina¹

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: avd5@ssga.ru

Abstract. The article is devoted to the urgent problem of creating a University's integrated digital research infrastructure (DRI) supporting fundamental and applied research in the field of geoinformatics and spatial analysis. With the rapid growth of geospatial data and expansion of its application possibilities, the need to create such an ecosystem is becoming essential for improving the efficiency of scientific activities and educational process. The lack of a unified platform leads to data fragmentation, duplication of efforts and limited opportunities for interdisciplinary research. The proposed concept outlines the architecture of a University's geospatial DRI focusing on three core components: Geo-Monitor, Geo-Prototype, and Geo-Polygon. Geo-Monitor is responsible for collecting, storing, processing, and visualizing geospatial data, ensuring researchers and students have access to up-to-date information. Geo-Prototype serves as a development and testing environment for geographic information models and algorithms, enabling virtual experiments and scenario simulations. Geo-Polygon encompasses a suite of services and applications that provide users with tools for spatial analysis, modeling, visualization, as well as real-world physical sites for field-based investigations. The authors provide a detailed description of each component functionality, its interrelation with other elements, and mechanisms for user interaction. Special emphasis is paid to integrating the DRI into the existing university ecosystem and exploring opportunities for future functional expansion. A number of application examples of the developed ecosystem are presented in the paper. It is concluded that the proposed geospatial DRI holds significant potential for improving both research and educational outcomes, and addressing critical challenges related to sustainable spatial development. Implementing the developed components within the University framework fosters integration between fundamental and applied research and creates an optimal environment for training highly skilled specialists in the field of geographic information science and spatial analytics.

Keywords: geospatial digital ecosystem, system analysis, geodata, interdisciplinary scientific research, geoinformation technologies, digital twin, sustainable development, geomonitoring, geopolitons, geoanalytics

REFERENCE

1. Karpik, A. P., Musikhin, I. A., Vetoshkin, D. N. (2021). Intelligent information models of territories as an effective tool for spatial and economic development *Vestnik SGUGiT [Vestnik SGUGT]*. Vol. 26, No. 2. P. 155–163. DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-155-163. EDN FXIMIO [in Russian].
2. Karpik, A. P., Obidenko, V. I., Pobedinsky, G. G. (2021). Study of the needs of federal executive bodies of the Russian Federation for spatial data *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*. Vol. 82, No. 2. P. 49–63. DOI 10.22389/0016-7126-2021-968-2-49-63. EDN MAIYHU [in Russian].
3. Dubrovsky, A. V. (2021). On the development of a model of problem-oriented project-based learning in the field of training "Land Management and Cadastres" *Aktual'nyye voprosy obrazovaniya. Model' problemno-oriyentirovannogo proyektnogo obucheniya v sovremennom universitete : sb. materialov Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii, 24–26 fevralya 2021 goda, [Current issues in education. Model of problem-oriented project-based learning in a modern university: collection of materials from the International scientific and methodological conference, February 24-26, 2021, Novosibirsk]*. In 3 parts. Part 3. Novosibirsk: SGUGiT, Pp. 142–147 [in Russian].
4. Antonova, N. L., Merenkov, A. V. (2018). Model of "flipped learning" in the higher education system: problems and contradictions *Integratsiya obrazovaniya [Integration of education]*. Vol. 22, No. 2 (91). Pp. 237–247. DOI 10.15507/1991-9468.091.022.201802.237-247. EDN XROLOH [in Russian].
5. Karpik, A. P., Lisitsky, D. V. (2020). Prospects for the Development of Geodetic and Cartographic Production and a New Paradigm of Geospatial Activity *Vestnik SGUGiT [Vestnik SGUGT]*. Vol. 25, No. 2. P. 19–29. DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-2-19-29. EDN FUEEZK [in Russian].
6. Babin, E. N. (2018). Digitalization of the University: Building an Integrated Information Environment *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz. [University Management: Practice and Analysis]*. Vol. 22, No. 6. P. 44–54. DOI 10.15826/umpa.2018.06.057. EDN ORULLO [in Russian].

7. Zueva, O. S., Shamsutdinov, E. V. (2017). Features of the development of scientific research in Russian universities in modern conditions *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta [Vestnik of the Kazan State Power Engineering University]*. No. 1 (33). P. 71–79. EDN WNNIHU [in Russian].
8. Kharchenko, E. V., Shirokova, L. V., Timokhina, E. V. (2017). The role of universities in shaping the conditions for Russia's global technological leadership *Sotsial'no-ekonomicheskiye yavleniya i protsessy [Socio-economic phenomena and processes]*. Vol. 12, No. 6. P. 341–347 EDN VVALJJ [in Russian].
9. Muller, D. E. F., Peer, R. T. (2021). Creating a Sustainable Research Ecosystem at Universities: A Framework for Development *Higher Education*. DOI: 10.1007/s10734-020-00605-3.
10. Rampersad, G. (2015). Building University Innovation Ecosystems: The Role of Work Integrated Learning as a Core Element in the University-Industry Nexus. *Flinders University, Scitech Research Organisation*, Vol. 4, Issue 1. P. 231–240.
11. Dubrovsky, A. V. (2023). On the experience of involving university students in scientific research. *Aktual'nyye voprosy obrazovaniya. Formirovaniye mekhanizmov sistemy vysshego obrazovaniya v Rossii : sbornik materialov Natsional'noy nauchno-metodicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, 14–16 marta 2023 goda, Novosibirsk [Current issues of education. Formation of mechanisms of the higher education system in Russia: collection of materials of the National scientific and methodological conference with international participation, March 14–16, 2023, Novosibirsk]*. In 3 parts. Part 1. Novosibirsk: SGUGiT P. 223–228. DOI 10.33764/2618-8031-2023-1-223-227. EDN FTINRL [in Russian].
12. Karpik, A. P. (2004). *Metodologicheskiye i tekhnologicheskiye osnovy geoinformatsionnogo obespecheniya territoriy [Methodological and technological foundations of geoinformation support of territories: monograph]* Novosibirsk: SGGa 260 p. ISBN 5-87693-146-2. EDN QKFJEZ [in Russian].
13. Karpik, A. P., Avrunev, E. I., Dobrotvorskaya, N. I., Dubrovsky, A. V., Malygina, O. I., Popov, V. K. (2019). Organization of the system of geoinformation monitoring of the state of land resources of the coastal zone of the Novosibirsk reservoir // *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. [Bulletin of Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources. Novosibirsk: collection of materials]*. Tomsk: TPU Vol. 330. No. 8. 133–145. DOI 10.18799/24131830/2019/8/2219. EDN BNWNFD [in Russian].
14. Aletdinova, A. A., Arenkov, I. A., Afanasyeva, R. R. et al. (2017). *Tsifrovaya transformatsiya ekonomiki i promyshlennosti: problemy i perspektivy [Digital transformation of the economy and industry: problems and prospects]* St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University" 807 p. DOI 10.18720/IEP/2017.4. ISBN 978-5-7422-5881-0. EDN ZFCQAV [in Russian].
15. Komov N. V., Sharipov S. A., Nosov S. I. et al. (2021). *Ustoychivoye prostranstvennoye razvitiye : Proyektirovaniye i upravleniye [Sustainable spatial development: Design and management]* M.: Gubarev Evgeny Vladimirovich 752 p. ISBN 978-5-504-01040-3. EDN UGDBYH [in Russian].
16. Bolgova E. V. (2011). Education system in the economic space of the region *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika [Regional economy: theory and practice]*. No. 45 (228). P. 29–37. EDN OJLHUX [in Russian].
17. Efimova, E. G. (2022). Digital transformation of the economy and society: problems and prospects *Ekonomicheskiye issledovaniya i razrabotki [Economic research and development]*. No. 11-2. P. 23–31. - DOI 10.54092/25420208_2022_112_23. EDN TSJZZA [in Russian].
18. Merzlikina, G. S., Mogharbel, N. O., Kozhanova, T. E. (2024). *Strategicheskoye priority ustoychivogo razvitiya regiona i biznesa [Strategic priorities for sustainable development of the region and business]* Volgograd: Volgograd State Technical University. 168 p. ISBN 978-5-9948-4963-7. EDN TEFYGR [in Russian].
19. Voronov, A. S. (2019). Spatial approach in the development of socio-economic systems of regions *Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy Vestnik [Public administration. Electronic Bulletin]*. No. 75. P. 249–267. EDN BZJMAN [in Russian].

Author details

Alexander P. Karpik – Dr. Sc., Professor, Rector of the Siberian State University of Geosystems and Technologies (2006-05.02.2025).

Aleksey V. Dubrovsky – Dr. Sc., Associate Professor, Director of the Institute of Cadastre and Environmental Management.

Olesya I. Malygina – Ph. D., Associate Professor, Head of the Department of Cadastre and Territorial Planning.

Received 21.04.2025

© A. P. Karpik, *A. V. Dubrovsky, O. I. Malygina*, 2025