

Гидрометеорология и экология. 2025. № 78. С. 113—127.

Hydrometeorology and Ecology. 2025;(78):113—127.

## ***ГЕОИНФОРМАТИКА. ОБЗОР***

Научная статья

УДК [528.9:004.9]:351

doi: 10.33933/2713-3001-2025-78-113-127

### **Геоинформатика, геоинформационные технологии, геоинформационное управление**

***Евгений Петрович Истомин, Иннокентий Евгеньевич Истомин,  
Валерий Леонидович Михеев, Сергей Иванович Биденко,  
Александр Геннадьевич Соколов***

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет»

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы современных подходов в области применения геоинформационных систем в различных сферах человеческой деятельности, описываются понятия геоинформатики, геоинформационных технологий, геоинформационных систем и другие связанные с ними понятия. Дается научное обоснование концепции геоинформационного управления геоинформационными системами. Рассматриваются методы исследования, анализа и формирования геоинформационных систем (пространственных и временных данных), вопросы программного, технического, информационного, правового и организационного обеспечения геоинформационной системы. Представлен анализ баз данных и банков цифровой информации в различных предметных областях, а также систем управления базами данных. Представлены новые концепции управления геоинформацией и системы управления геоинформацией.

*Ключевые слова:* геоинформатика, геоинформационные технологии, геоинформационные системы, базы данных, базы знаний, геоинформационное управление.

*Для цитирования:* Истомин Е. П., Истомин И. Е., Михеев В. Л., Биденко С. И., Соколов А. Г. Геоинформатика, геоинформационные технологии, геоинформационное управление // Гидрометеорология и экология. 2025. № 78. С. 113—127. doi: 10.33933/2713-3001-2025-78-113-127.

Original article

**Geoinformatics, geoinformation technologies,  
geoinformation management*****Evgeny P. Istomin, Innokenty E. Istomin, Valery L. Mikheev,  
Sergey I. Bidenko, Alexander G. Sokolov***

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Hydrometeorological University”

*Summary.* This article discusses the issues of modern approaches in the field of application of geoinformation systems in various fields of human activity, describes the concepts of geoinformatics, geoinformation technologies, geoinformation systems and other concepts related to them. The scientific substantiation of the concept of geoinformation management of geoinformation management systems is given. Methods of research, analysis and formation of geodata (spatial and temporal data), issues of software, technical, informational, legal and organizational support of the geoinformation system are considered. The analysis of databases and banks of digital information in various subject areas, as well as database management systems, is provided. New concepts of geoinformation management and geoinformation management systems are introduced. The geoinformation management system for the development of natural and technical systems is implemented in relation to the processes of creating and applying objects, complexes and systems of complex technology, which can be represented by the complex: “subject of management — science — technology — production — application (consumption)”, which is considered in detail in this work. The ontology of the geospatial solutions is considered in the aspect of generating data on the state of research objects, which shows the peculiarity of the decision space — the levels of decision—making.

*Keywords:* geoinformatics, geoinformation technologies, geoinformation systems, databases, knowledge bases, geoinformation management.

*For citation:* Istomin E., Istomin I., Mikheev V., Bidenko S., Sokolov A. Geoinformatics, geoinformation technologies, geoinformation management. *Gidrometeorologiya i Ekologiya = Journal of Hydro-meteorology and Ecology*. 2025;(78):(113—127). doi: 10.33933/2713-3001-2025-78-113-127. (In Russ.).

**Введение**

*Геоинформатика* — область науки и техники, отражающая и изучающая природные и социально-экономические геосистемы, их взаимодействие и развитие посредством компьютерного моделирования на основе информационных систем и технологий, баз данных и баз знаний.

Задачи геоинформатики включают в себя:

- изучение общих свойств геоинформации, закономерностей и методов её получения; фиксацию, накопление, обработку и использование геоинформации;
- развитие теории, методологии и технологий создания геоинформационных систем; сбор, систематизацию, хранение, анализ, преобразование, отображение и распространение пространственно-координированных данных.

*Геоинформационная технология* представляет собой совокупность приемов, способов и методов применения программно-технических средств обработки и передачи информации, позволяющая реализовать функциональные возможности геоинформационных систем.

Геоинформатика объединяет теорию цифрового моделирования предметной области с использованием пространственных данных, технологии создания и использования геоинформационных систем, производство геоинформационной продукции и оказание геоинформационных услуг.

Значение научных и технических проблем геоинформационных технологий для народного хозяйства заключается в обеспечении информацией, контроле и поддержке принятия управленческих решений в геопространстве (геоинформационное управление), развитии образования и культуры, сохранении экологического равновесия, предупреждении чрезвычайных ситуаций, обеспечении обороноспособности страны [1—4].

Целью настоящей работы является рассмотрение отдельных методов исследования и формирования геоданных, представление методологии геоинформационного управления развитием природно-технических систем и формирование геопространства решений.

#### **Методы исследования, анализа и формирования геоданных (пространственно-временных данных).**

*Теоретические и экспериментальные исследования в области развития научных и методических основ геоинформатики.*

Пространственные данные (геоинформационные данные, геопространственные данные, географические данные, геоданные) — данные о пространственных объектах, их наборах и условиях их функционирования. Инфраструктура пространственных данных (ИПД) — информационно-телекоммуникационная система, обеспечивающая доступ граждан, хозяйствующих субъектов, органов государственной и муниципальной власти к распределенным ресурсам пространственных данных, а также распространение и обмен данными в общедоступной глобальной информационной сети в целях повышения эффективности их производства и использования. ИПД объединяет технологии, научно-техническую политику, организационное обеспечение, человеческие и другие ресурсы, необходимые для производства, обработки, хранения, распространения, интеграции и использования пространственных данных.

ИПД включает три необходимых компонента:

— базовые пространственные данные (БПД) — общедоступная часть ресурсов пространственных данных, включающая информацию об их координатной основе и избранных пространственных объектах, необходимых для позиционирования пространственных данных. Отбор пространственных объектов для включения в состав БПД проводится с учетом позиционной точности, востребованности данных, возможности их поддерживания в актуальном состоянии, наличия правовой защиты от искажения и экономической целесообразности длительного хранения;

— стандарты на пространственные данные и методы их производства и использования;

— базы метаданных и механизм доступа к данным.

*Геоинформационные системы (ГИС) разного назначения, типа (справочные, аналитические, экспертные и др.), пространственного охвата и тематического содержания.*

В наименованиях ГИС может быть отражена их специализация, включая инвентаризацию, анализ, оценку, мониторинг, прогноз, управление и планирование, поддержку принятия решений. Для этого рекомендуется использовать специальную конструкцию, например, «ГИС для поддержки принятия решений».

В широком смысле под пространственным объектом в геоинформатике понимается как сам объект, так и адекватная ему цифровая модель. Пространственный объект (геообъект, геоинформационный объект, географический объект) — может быть неподвижный или движущийся простой или сложный объект, явление, событие, процесс и ситуация. Цифровая модель материального или абстрактного объекта реального или виртуального мира с указанием его идентификатора, координатных и атрибутивных данных. Моделируемый объект может относиться к территории, акватории, недрам и воздушному пространству Земли, околоземному космическому пространству, другим космическим телам и небесной сфере.

Программное обеспечение геоинформационной системы представляет собой совокупность программ, в которых реализованы функциональные возможности геоинформационных систем и сопровождающей программной документации. В зависимости от полноты реализации функциональных возможностей ГИС и их назначения разрабатываются и используются универсальные программные средства ГИС, картографические визуализаторы, векторизаторы картографических изображений, векторные графические редакторы, информационно-справочные системы, расчетно-аналитические системы, средства пространственного анализа и моделирования, средства обработки данных дистанционного зондирования, интернет-ГИС для удаленного доступа к ГИС-серверам, а также программное обеспечение для выполнения отдельных функций и групп функций ГИС, ориентированные на конкретные предметные области и проблемную среду.

Техническое обеспечение геоинформационной системы (аппаратное обеспечение геоинформационной системы) включает комплекс технических средств, используемых для реализации функциональных возможностей геоинформационных систем, включая устройства ввода, обработки, хранения и передачи данных.

Информационное обеспечение геоинформационной системы включает совокупность знаний о предметной области информационных ресурсов, информационных услуг, классификаторов, правил цифрового описания, форматов данных и соответствующей документации, предоставляемых пользователю и (или) разработчику геоинформационных систем для решения задач ее создания, эксплуатации и использования. К основным источникам пространственных данных в ГИС относят цифровые топографические и тематические карты, данные дистанционного зондирования Земли, данные систем спутникового позиционирования GPS и ГЛОНАСС; для крупномасштабных приложений используются геодезические данные, получаемые электронной аппаратурой и приборами для геодезических измерений, данные воздушного и наземного лазерного сканирования; дополнительно используются данные различных кадастров, данные органов государственной статистики и другие информационные ресурсы.

Правовое обеспечение геоинформационной системы — совокупность правовых норм, регламентирующих правовые отношения на всех стадиях жизненного цикла геоинформационной системы.

Организационное обеспечение геоинформационной системы — совокупность стратегий, регламентированных мер, научно-технической документации, нормативных документов, организационно-правовых норм, материальных и финансовых ресурсов и квалифицированных кадров, поддерживающих функционирование геоинформационной системы на всех стадиях ее жизненного цикла.

*Базы и банки цифровой информации по разным предметным областям, а также системы управления базами данных.*

Описание данных и отношений между ними определяются двумя типами — логическое и физическое. Физическое описание данных обеспечивается способами физической записи данных на внешних носителях (магнитных лентах, дисках, дискетах и т.п.) и представляет способ хранения информации на этих носителях. Логическое описание данных указывает на то, в каком виде данные представляет себе пользователь, программист. Задача геоинформатики состоит в анализе логического описания геоданных и их взаимоотношений между собой для дальнейших операций хранения, передачи и обработки.

*Базы знаний по разным предметным областям.* База знаний (БЗ) — это совокупность имеющихся сведений о проблемной области, для которой предназначена ГИС, представленная в виде формальной структуры, обеспечивающей использование предварительно установленных правил. База знаний содержит:

— факты — представляют собой краткосрочную информацию (могут изменяться). По существу, факты — это базы данных;

— правила — представляют более долговременную информацию, которая обеспечивает порождение новых фактов, новых заключений или новых гипотез с помощью механизмов логического вывода.

База знаний должна обладать определенными творческими возможностями и активно должна пополняться недостающей информацией. Знания делятся на три типа:

- фактические знания, в том числе, полученные на практике;
- порождающие правила (свидетельства), которые собираются заранее путем опроса специалистов (экспертов) в данной предметной области;
- управляющие знания, представляющие набор стратегий для рассмотрения альтернатив в процессе принятия решений.

*Математические методы, математическое, информационное, лингвистическое и программное обеспечение для ГИС.*

Анализ геоинформационных объектов для конкретной задачи начинается с построения модели, что, как правило, сводится к описанию объекта на языке математики. Обычно с помощью математических выражений удается описать несложные по своему строению объекты и формы. Для сложных объектов необходимо использовать статистически и стохастические модели, а их анализ проводится на базе имитационного моделирования.

*Геоинформационное управление и геоинформационные системы управления.*

В условиях ограниченности ресурсов, доступных для разработки и реализации государственной политики, направленной на развитие страны, руководство предъявляет повышенные требования к совершенствованию мер по поддержанию, развитию и использованию научного, организационного и технического компонента государства. Для решения задач государственной политики требуется привлечение органов государственного и регионального управления, различных организаций и населения, образующих многоуровневые специализированные пространственно-распределенные природно-технические системы (ПТС) — целостные, упорядоченные в пространственно-временном отношении, совокупности взаимодействующих природных, технических и организационных подсистем (рис. 1).

Для решения задач управления развитием природно-техническая система должна обладать специальными свойствами, управление развитием которых обеспечит эффективность государственной политики. *Геоинформационное управление развитием природно-технических систем* представляет особый вид управления, реализующий целенаправленное воздействие на систему с учетом пространственных характеристик для формирования специальных свойств в течение всего жизненного цикла.

Сложность субъектов и объектов управления требует автоматизации процессов подготовки и реализации решений при управлении развитием пространственно распределенных природно-технических систем в интересах повышения



Рис. 1. Обобщенная структура природно-технической системы.

Fig. 1. Generalized structure of the natural and technical system.

качества последних. Это может быть обеспечено применением *геоинформационных систем управления* (ГИСУ) — функционально ориентированных географических систем, реализующих пространственные аспекты анализа и представления информации для поддержки управленческих решений, оснащенных распределенными гетерогенными базами данных, базами знаний и соответствующими информационными технологиями.

*Геоинформационная система управления развитием природно-технических систем* реализуется применительно к процессам создания и применения объектов, комплексов и систем сложной техники, которые могут быть представлены комплексом: «*субъект управления — наука — техника — производство — применение (потребление)*»).

*На стадии «субъект управления»* заинтересованное лицо (организация) определяет целевые установки развития природно-технических систем (политика, программа, инвестиции и др.), оценивает и формирует условия реализации целей, организует взаимодействие субъектов и объектов управления, их ресурсное обеспечение, контролируют процессы разработки и производства систем, являются основным потребителем результатов реализованных решений.

*На стадии «наука»* выполняются фундаментальные и прикладные научные исследования, служащие основой для формирования направлений и принципов создания систем соответствующего назначения и определения путей их реализации. Научные исследования включают комплекс взаимосвязанных фундаментальных и прикладных направлений, результатами которых являются сформулированные [4] законы и принципы развития природно-технических систем, научные задачи обоснования функциональных и структурных основ новых систем управления, отдельных технических решений и рекомендаций по применению форм и методов организации управления процессами производства и применения систем. Управление наукой — сложный комплексный процесс, реализация которого осуществляется по различным каналам (политическим, экономическим, технологическим, военным, административно-хозяйственным).

*Содержание стадии «техника»* заключается в выполнении технических проектно-конструкторских и опытно-экспериментальных разработок, направленных на создание природно-технических систем соответствующего назначения, образцов новой техники, способных использоваться по назначению и пригодных для широкого организационного и промышленного освоения. Процесс разработки и технического освоения систем представляет собой сложную систему взаимосвязанных теоретических и экспериментальных работ, функциональным выходом которой является отвечающая современным требованиям природно-техническая система (образец, комплекс).

*Стадия «производство»* включает организационную и техническую подготовку, промышленное освоение производства систем, развертывание организации и серийного производства новых систем, прекращение выпуска или модернизацию устаревших образцов. Производство представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, посредством которых общество, основываясь на достижениях науки и практики, методах и технических средствах сбора и обработки

информации, используя ресурсы, создает природно-технические системы соответствующего назначения.

*Стадия «применение (потребление)»* включает производственное и непроизводственное потребление (применение). В первом случае результаты применения системы выступают как средства производства, и потребитель сам является производителем. Во втором — заинтересованное лицо (организация, потребитель) применяет полученные природно-технические системы по назначению. Сфера потребления (применения) в условиях современных рыночных условий играет определяющую роль в формировании исходных данных и требований для организации научно-технических разработок, направленных на повышение качества систем, своевременное создание методов управления и образцов новой техники взамен морально устаревших.

Считается, что объединение предприятий в крупные вертикально-интегрированные структуры позволит добиться прироста эффективности в рыночных условиях за счет [6]:

- обеспечения неразрывности процессов маркетинга в геопространстве, разработки, производства, сбыта и обслуживания систем специального назначения, а также лучшей координации действий и большими возможностями контроля на основе применения геоинформационных систем управления;

- сокращения издержек на основе эффекта масштаба производства, а также замены рыночных сделок внутрифирменными;

- повышения устойчивости предприятий отрасли при изменении объемов заказа и платежеспособного спроса на мировых рынках за счет диверсификации деятельности;

- оптимизации загрузки производственных мощностей участников интегрированной структуры и гарантированных поставок ресурсов, услуг, продукции субподрядчиков.

Подобный подход на рынках природно-технических систем заключается в росте взаимной зависимости заказчика от подрядчика, и обусловленное ею усиление организационных связей между ними на основе специализированных ГИСУ. В условиях государственных решений формирования вертикально-интегрированных структур по продукту (технологии создания систем) мы имеем дело с отношениями типа «один покупатель — один продавец» при обоюдном риске, который сохраняется на протяжении жизненного цикла природно-технических системы специального назначения. Каждая из сторон имеет возможность диктовать цену на продукцию (билатеральные, двухсторонние монополистические отношения). Поведение монополиста на рынке характеризуется неэластичностью спроса на продукцию. Особенности взаимоотношений монополиста (производителя) и покупателя (монопсониста) характеризуются наличием у монопсониста определенной власти над ценой. Возможности монопсониста ограничены параметрами бюджета, а возможности монополиста — нет, поэтому монополист будет использовать стратегию ценовой дискриминации первой степени. Это свидетельствует, что создаются предпосылки разрешения ценового противоречия нерыночными методами.

Первое упоминание термина геоинформационное управление было в статье [5], где, на основе анализа особенностей современного управления развитием



сложных организационно-технических систем рассмотрен феномен геоинформационного управления как управления с привлечением пространственной информации. Пространство рассматривается в широком смысле — как логически мыслимая форма, которая служит средой существования различных объектов. Применительно к геоинформационному подходу решается проблема управления в *геопространстве* — *области пространства, где человек ведет хозяйственную деятельность*.

Подобный подход позволяет структурировать геопространство в интересах управленческих решений [4]. Управленческое решение представляет собой волевое творческое действие субъекта управления. Оно заключается в выборе наилучшей (в смысле принятого критерия) альтернативы из множества (пространства) обоснованных вариантов решений, направленных на достижения цели (системы целей) управления объектом [7, 8]. В этом смысле геопространство решений представимо как однородное неограниченное протяжение, в котором находятся различные объекты (решения и их компоненты) в том или ином месте и занимающие определенное положение относительно друг друга, происходят движения и события [4]. *Онтология геопространства решений* включает ряд элементов.

*Координатное (географическое) пространство* предполагает размещение объектов, конструкций в принятой системе координат, например, трехмерное пространство —  $x, y, z$  —  $\varphi, \lambda, h$ , или другая принятая система координат. Координатное пространство характеризуется:

- координатами объектов;
- расстояниями,
- геометрическими фигурами,
- границами и др.

*Факторное пространство* — размещение в географическом пространстве объективных и субъективных факторов, влияющих на принятие и реализацию управленческих решений. Характеризуется:

- координатами размещения — например, координатами положения в трехмерном пространстве —  $\varphi, \lambda, h$ ;
- особенностями и параметрами факторов — природными, ресурсными, предпринимательскими и др.;
- доступностью и затратами для их использования в целях управления и др.
- координатами ( $\varphi, \lambda, h$ );
- временем возникновения ( $t$ );
- атрибутами;
- масштабы (пространственные, временные);
- последствия (уровни воздействия) и др.
- координаты объектов ( $\varphi, \lambda, h$ );
- входы  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ , выходы  $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$  объекта;
- атрибуты свойств  $a = (a_1, a_2, \dots, a_k)$  состояний  $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_l)$ ;
- атрибуты факторов пространственного управления;
- атрибуты ситуационных факторов атрибуты среды;
- доступность и затраты их использования

- координаты концептов ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ );
- расстояния;
- геометрические фигуры;
- границы и др.

Пространственные факторы по своему содержанию, специфике компонентов территориальной системы можно разделить в соответствие с определенными признаками, представленными в таблице 1.

Таблица 1

Классификация факторов пространственного управления  
Classification of spatial management factors

Классификационные признаки	Факторы управления
Природно-ресурсные	Географические характеристики расположения ресурсов, расположение территории относительно характерных географических объектов, обеспеченность природными ресурсами, климат и т.п.
Институциональные	Страновое деление, границы, межгосударственные связи, административное районирование, особенности правового статуса, насыщенность и развитость институтов и др.
Социально-демографические	Демографическая ситуация, характер распределения населения, его качественный состав, мобильность, особенности национальной культуры, социальные и национальные приоритеты и характеристики, и т.п.
Экономические	Характер национальной экономики, формы собственности, экономическая политика, качество экономического пространства, распределение спроса, потенциал и предпочтения потребителей, культура потребления, привычки и предпочтения потребителей, мобильность населения, потребительский потенциал и др.
Управленческие	Доминирующие формы управления, корпоративная культура, подготовленность управленческих кадров, уровень развития теории управления и др.
Маркетинговые	Целевые рынки, каналы маркетинга, конкуренты, контактные аудитории, факторы макросреды и др.
Географические или координатные	Положение на поверхности земли, взаимное положение относительно характерных объектов природной среды, положение относительно хозяйственных объектов

*Пространство состояний объектов управления* (фазовое или атрибутивное пространство) относится к конкретному объекту (объектам) управления. Динамика существования объектов во времени и в пространстве (жизненный цикл) ограничивает и изменяет условия управления и, соответственно, управленческие решения. Использование пространства состояний для управления развитием ПТС позволяет:

- исследовать связи субъектов и объектов управления для различных временных и пространственных срезов геоинформационного управления;
- формировать многомерные динамические модели принятия решений на различных уровнях геоинформационного управления;
- создавать динамические (адаптивные) модели управления потоками информации в процессе управления (базы данных и знаний).

Методы исследования и модели субъектов и объектов управления в пространстве состояний ориентированы на исследование процесса развития конкретного объекта, динамики изменения его состояний (атрибутов) во времени и пространстве под влиянием внутренней среды и системы отношений с другими объектами и внешними условиями. Такой подход позволяет использовать динамическую координатную и атрибутивную логику методов и способов геоинформационного управления на различных уровнях и в различных масштабах. Пространство состояний объектов управления характеризуется некоторой совокупностью переменных (координат, атрибутов), которое можно представить вектором  $n$ -мерного пространства переменных состояния, включающим:

- координаты размещения объектов в географическом пространстве ( $\varphi, \lambda, h$ );
- взаимное влияние объектов — система отношений, связей;
- свойства объектов (атрибуты), в том числе временные характеристики;
- значимость атрибутов для управления (например, вес для выбора альтернатив; степень участия в событиях) и др.

Объекты могут обладать количественными и качественными характеристиками. Совокупность таких объектов также можно рассматривать как кодированное векторное пространство. При этом свойства кодируются с помощью чисел или символов, которые можно истолковать как составляющие векторов пространства. Подобные коды используют для передачи сообщений, обработки информации и т.п. В простейших случаях кодирование состояния исследуемого объекта может быть сведено к простой нумерации — адрес (номер) в базе геоданных о присущих объекту свойствах.

Можно говорить об объектах как элементах пространства, не связывая эти объекты с обычным представлением о векторах как последовательностях чисел, кодов или символов. Если вектор представляет собой совокупность чисел, такое пространство называют фазовым пространством, а фигура (линия), которую описывает конец вектора во времени, называется траекторией движения или развития объекта в пространстве состояний. В таком представлении можно говорить об отображении множества объектов на множество векторов, а отношения между объектами пространства сводятся к отношениям на множестве векторов.

При таком подходе пространство состояний можно рассматривать как динамическое пространство объектов — формализованное с помощью некоторых принятых описаний (слова, понятия, люди, животные, механизмы, организации и т.п.) и ориентированное во времени. Операции на множестве таких объектов выполняются по специально устанавливаемым правилам, алгоритмам, а связи (отношения) между ними выражаются в соответствующей вербальной, математической, логической или другой форме.

*Пространство событий.* Событие представимо как ограниченное во времени и пространстве явление, конкретный временной факт, результат деятельности системы, которые свершаясь, отменяют или дополняют прежние результаты наблюдения и исследования системы. События индивидуализируются относительно системы в своей уникальной, неповторимой и ограниченной во времени и пространстве сущности. С точки зрения геоинформационного управления, событие — то,



Рис. 2. Структура геопространства решений в геоинформационном управлении.

Fig. 2. The structure of the geospatial solutions in geoinformation management.

что имеет место, происходит, наступает в произвольной точке пространства и времени, существенное значимое происшествие, явление или иная деятельность как факт существования системы, оказывающее влияние на управленческие решения.

Событие есть явление, обретшее индивидуальную выраженность, даже собственное имя. В этом смысле событийной формой наделяются все научные открытия, получающие имена ученых, впервые их открывших, получают имена различные стихийные явления и аномалии, исторические эпохи и политические события. Осуществляясь, событие вносит изменения в область собственного осуществления и тем самым оказывает влияние на апостериорный и априорный анализ процессов развития организационно-технических систем.

Событие характеризуется:

- координатами ( $\varphi, \lambda, h$ );
- временем возникновения ( $t$ );
- содержательными характеристиками;
- масштабами (пространственными, временными);
- последствиями (уровнем воздействия на ПТС, объект) и др.

*Пространство решений* составляет основу геоинформационного управления (рис. 2).

Решение объединяет все элементы геопространства и характеризуется:

- координатами границ области реализации решения — зона ответственности, время разработки и реализации решения, например —  $\varphi, \lambda, h, \Delta t$ ;
- уровнем решения — юрисдикция, подотчетность объектов управления, масштаб;
- степенью формализации — нормы, стандарты, законы, обязательность;

— исполнения и др.;

— содержанием — исполнители, время реализации, технологии реализации, результаты и форма их представления и др.

В пространстве решений существенную роль играют субъективные факторы — культура, динамизм населения, лидерство, существующие и потенциальные возможности (развитость науки, экономики, технологий и др.).

Существующие уровни пространства решений (масштаб):

- надстрановой — глобальный, международный, макрорегиональный;
- страновой, микрорегиональный (регионы государства);
- уровень местного самоуправления (муниципальный);
- организационный;
- групповой, индивидуальный.

Особенность пространства решений — уровни принятия решений, в определенном смысле (с некоторыми ограничениями), образуют иерархическую систему — связаны между собой системой вертикальных и горизонтальных связей.

Сложность современных ПТС и множество субъектов управления элементами со своими целями приводит к ограниченности иерархии управления и возрастанию значимости системы горизонтальных связей.

### Заключение

Рассмотренные в работе вопросы, прежде всего, позволяют *разработать единый подход* к формированию структуры пространственно-распределенных данных, создающих единое геопространство, — пространство геоданных.

Представленные основы теории геоинформационного управления развитием природно-технических систем *расширяют* теоретические и прикладные аспекты принятия и реализации управленческих решений на различных уровнях управления.

Предложенная структура геопространственных решений *объединяет* в общую систему управления *характеристики объектов, условия их функционирования* (например, пространственно-распределенные гидрометеорологические факторы и др.), *ситуационные события и факторы* с применением современных методов геоинформационных технологий [9, 10].

В тоже время, реализация рассмотренного геоинформационного подхода к управлению развитием природно-технических систем *влечет за собой* проведение ряда мероприятий, таких как: *совершенствование* нормативной правовой базы, *регламентации* отношений пространственно-распределенных управляющих компаний, интегрированных структур с органами исполнительной власти и дочерними организациями, *разработку* мер по стимулированию перехода на современную индустриальную модель бизнеса и инновационного развития интегрированных структур промышленности.

Такие меры предполагают создание *действенных механизмов* мотивации необходимых *преобразований*, обеспечивающих эффективность выполнения заданий государственных программ, *полноту загрузки* производственных мощностей,

повышение конкурентоспособности продукции с учетом реализации Национальной технологической инициативы, обозначенной Президентом Российской Федерации в посланиях Федеральному собранию.

### Список литературы

1. Сальников В. Г., Горобцов С. Р., Кирилов Н. А. Современные методы и средства сбора и обработки геопространственных данных при ведении генерального плана промышленных площадок // Вестник СГУГИТ. 2024. Том 29. №1. С. 30—44. DOI: 10.33764/2411-1759-2024-29-1-30-44.
2. Янкевич С. С. Исследование процесса получения геопространственных знаний о территории // Геоинформатика. 2024. №2. С. 65—70. DOI: 10.47148/1609-364X-2024-2-64-70.
3. Черемисина Е. Н., Никитин А. А. Геоинформационные системы и технологии. М.: ВНИИГеосистем, 2011. 376 с.
4. Истомин Е. П., Михеев В. Л., Присяжнюк С. П., Соколов А. Г. Геоинформационное управление развитием природно-технических систем. СПб.: Статистика. 2022. 420 с.
5. Истомин Е. П., Кирсанов С. А., Соколов А. Г., Колбина О. Н. Феномен геоинформационного управления и принципы его реализации // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2014. № 4. С. 180—188.
6. Karpik A. P., Lisitsky D. V., Osipov A. G., Savinykh V. N. Analysis and evaluation of the resource potential of a territory using the method of geocognitive modeling // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 1. С. 580—588. DOI: 10.35595/2414-9179-2922-1-28-580-588.
7. Najafzadeh L., Froehlich J. E. A Feasibility Study of Using Google Street View and Computer Vision to Track the Evolution of Urban Accessibility / ASSETS '18: Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility. 2018. С. 340—342. DOI: 10.1145/3234695.3240999.
8. Истомин Е. П., Соколов А. Г. Теория организации: системный подход. Учебник: сер. Организационные системы. т. 1. (2-е изд., с изм. и доп.) СПб.: ООО «Андреевский издательский дом», 2011. 420 с.
9. Черемисина Е. Н., Кирпичева Е. Ю., Токарева Н. А., Миловидова А. А. Базовые задачи искусственного интеллекта на примере геологоразведки // Геоинформатика. 2024. №4. С. 83—92. DOI: 10.47148/1609-364X-2024-4-83-92.
10. Narayanan A., Bergen K. J. Prototype-Based Methods in Explainable AI and Emerging Opportunities in the Geosciences // arXiv. 2024. arXiv:2410.19856. DOI: 10.48550/arXiv.2410.19856.

### References

1. Sal'nikov V. G., Gorobczov S. R., Kirilov N. A. Modern methods and means of collecting and processing geospatial data while maintaining the master plan of industrial sites. *Vestnik SGUGIT = Bulletin of SSUGIT (Siberian State University of Geosystems and Technologies)*. 2024; (1): (30—44). doi: 10.33764/2411-1759-2024-29-1-30-44. [In Russ].
2. Yankelevich S. S. Investigation of the process of obtaining geospatial knowledge about the territory. *Geoinformatika = Geoinformatics*. 2024; (2): (65—70). doi: 10.47148/1609-364X-2024-2-64-70. [In Russ].
3. Cheremisina E. N., Nikitin A. A. *Geoinformacionny`e sistemy` i tehnologii = Geoinformation systems and technologies*. Moscow: VNIIGeosystem, 2011: 376 p. [In Russ].
4. Istomin E. P., Mixeev V. L., Prisyazhnyuk S. P., Sokolov A. G. *Geoinformacionnoe upravlenie razvitiem prirodno-texnicheskix system = Geoinformation management of the development of natural and technical systems*. SPB.: Statistika. 2022: 420 p. [In Russ].
5. Istomin E. P., Kirsanov S. A., Sokolov A. G., Kolbina O. N. The phenomenon of geoinformation management and the principles of its implementation. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 7 = Geologiya. Geografiya = Bulletin of St. Petersburg University. Series 7. Geology. Geography*. 2014; (4): (180—188). [In Russ].

6. Karpik A. P., Lisitsky D. V., Osipov A. G., Savinykh V. N. Analysis and evaluation of the resource potential of a territory using the method of geocognitive modeling. *InterKarto, InterGIS*. 2022; 28(1): 580–588. doi: 10.35595/2414-9179-2922-1-28-580-588.
7. Najafizadeh L., Froehlich J. E. A Feasibility Study of Using Google Street View and Computer Vision to Track the Evolution of Urban Accessibility. *ASSETS '18: Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. 2018; 340–342. doi: 10.1145/3234695.3240999.
8. Istomin E. P., Sokolov A. G. *Teoriya organizacii: sistemny'j podxod*. Theory of organization: a systematic approach. Textbook: ser. Organizational systems. vol. 1. (2nd ed., with amendments and additions) St. Petersburg: Andreevsky Publishing House LLC, 2011: 420 p. [In Russ].
9. Cheremisina E. N., Kirpicheva E. Yu., Tokareva N. A., Milovidova A. A. Basic tasks of artificial intelligence on the example of geological exploration. *Geoinformatika = Geoinformatics*. 2024; (4): 83–92. DOI: 10.47148/1609-364X-2024-4-83-92. [In Russ].
10. Narayanan A., Bergen K. J. Prototype-Based Methods in Explainable AI and Emerging Opportunities in the Geosciences. arXiv. 2024. arXiv:2410.19856. doi: 10.48550/arXiv.2410.19856.

### ***Информация об авторах***

*Истомин Евгений Петрович*, доктор технических наук, профессор, директор института информационных систем и геотехнологий, Российский государственный гидрометеорологический университет, biom220@bk.ru.

*Истомин Иннокентий Евгеньевич*, ассистент кафедры прикладной информатики, Российский государственный гидрометеорологический университет, kesh22ist@gmail.com.

*Михеев Валерий Леонидович*, кандидат юридических наук, доцент, ректор, Российский государственный гидрометеорологический университет, gestor@rshu.ru.

*Биденко Сергей Иванович*, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных технологий и систем безопасности, Российский государственный гидрометеорологический университет, sibidenko@mail.ru.

*Соколов Александр Геннадьевич*, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной информатики, Российский государственный гидрометеорологический университет, alexandersokoloff@yandex.ru.

### ***Information about authors***

*Istomin Evgeny Petrovich*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Information Systems and Geotechnologies, Russian State Hydrometeorological University.

*Istomin Innokenty Evgenievich*, Assistant Professor of the Department of Applied Informatics, Russian State Hydrometeorological University.

*Mikheev Valery Leonidovich*, Candidate of Law, Associate Professor, Rector, Russian State Hydrometeorological University.

*Bidenko Sergey Ivanovich*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Technology and Security Systems, Russian State Hydrometeorological University.

*Sokolov Alexander Gennadievich*, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Applied Informatics, Russian State Hydrometeorological University.

**Конфликт интересов:** конфликт интересов отсутствует.

*Статья поступила 18.01.2025*

*Принята к печати 22.02.2025*

*The article was received on 18.01.2025*

*The article was accepted on 22.02.2025*