

УДК 913 (470.12): 910.27

КОНЦЕПЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ РЕГИОНА

С.И. Биденко¹, Д.И. Мамагулашвили², Е.Л. Бородин³, М.М. Хренов⁴

^{1,2,4}Тверской государственной университет, г. Тверь

³Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф.Ушакова,
г. Новороссийск¹

Приведены подходы к моделированию геопространства экономической, включающие систему понятий, принципов и моделей. Даны определения базовых и производных категорий геопространственного моделирования. Сформулированы основные и частные принципы геомоделирования территориальной экономической обстановки в интересах контроля среды обитания и экономико-хозяйственной деятельности. Проиллюстрированы геоэкономические территориальные понятия и категории. Описаны формализмы различных геопространств, необходимых для соответствующих этапов мониторинга и контроля геоэкономической ситуации – формирования модели обстановки, оценки геоэкономической ситуации, выработки рекомендаций по ее нормализации. Приведен состав моделей и методов для поддержания процедур автоматизированного анализа и контроля территориальной экономической обстановки.

Ключевые слова: *геообъект, георегион, геосистема, геомоделирование, геопространство, геоэкономическая территориальная активность, принципы геомоделирования, геоинформационная поддержка контроля состояния среды обитания*

Экономическая активность региона (производство, транспорт, сельское хозяйство) протекает в определенной материальной географической среде и инфраструктуре и имеет явно выраженный территориальный характер [1; 2–5; 7, с. 62].

Для описания и исследования различных природных и социальных территориальных систем в настоящее время широко применяется аппарат геопространственного моделирования [1; 2; 6, с. 117; 11].

Любой подход к моделированию геопространства, в том числе и пространственное моделирование территориальной экономической активности (ТЭА), в качестве концептуального построения включает в себя три обязательных составляющих: 1) терминологию (система понятий и определений); 2) систему принципов создания и использования геоэкономической (экономико-пространственной) информации; 3) систему моделей и методов представления и преобразования геопространственной информации [1; 4; 6, с. 120].

Система понятий и определений содержит представленные в табл. 1 базовые и производные понятия.

Геопространственные понятия и категории

Базовые понятия	Производные понятия
Местность, поверхность Земли (ПЗ)	Геопространство (пространство территориальной активности - ПТА)
	Геообъект – ГО (функциональный геообъект)
Объект на ПЗ	Собственное пространство геообъекта (СПГО)
	Георегион (георегион функциональных действий)
Отношения пространственной упорядоченности (ОПУ)	Геосистема (функциональная геосистема, территориальная система экономической активности)
	Пространственный процесс
Отношения содержательной упорядоченности (ОСУ)	Модели геоструктур
	Геоинформационные методы создания и использования ГИ
Операции над объектами (геообъектами)	Многомерное пространство признаков ГО (МПП)

К числу базовых относятся такие, как: «*объект (экономический или производственный) на поверхности Земли*», «*пространство*», «*отношения на множестве объектов*», «*операции над объектами*».

Объект на поверхности Земли – это любой реальный или идеальный предмет, которому могут быть приписаны координаты (этого) относительно поверхности Земли (ПЗ). *Пространство* – это логически мыслимая форма (структура), служащая средой, в которой существуют другие формы и конструкции. *Отношение* – это форма связи между объектами, с помощью которых осуществляется структурирование и упорядочение пространства. *Операция* – действие над объектом, в результате которого он изменяет свое положение в пространстве.

Геопространство (ГП) – это совокупность конкретного пространства предметов и явлений реального мира, представляющего физическое или евклидово пространство (включающее, в том числе, и поверхность Земли), характеризующего собственное пространство предметов и явлений, и многомерного пространства признаков (характеристик) предметов и явлений реальной действительности. Другими словами, геопространство – это объединение физического пространства (объекты и явления) и пространства признаков (содержательные свойства объектов и явлений).

Формально модель ГП GSp представляет собой множество пространственных объектов (геообъектов) с определенными на них отношениями (множество со структурой). Структура пространства задается отношениями и операциями над множеством геообъектов:

$$GSp = (GOB, Rat, Op), GOB \subset (R^m, S^n), m = \overline{2, 3}, n \gg m,$$

где GOB – геообъекты; Rat – отношения; Op – операции; Rm – физическое (евклидово) пространство; S^n – многомерное пространство признаков.

$$OSp_{GO}: GOB \rightarrow R^m,$$

где OSp_{GO} – собственное пространство геообъекта, характеризующее его геометрическую протяженность, конфигурацию, форму и ориентацию ГО в

пространстве. OSp_{GO} задает пределы распространения содержания ГО в геопространстве.

Земная поверхность по определению принадлежит ГП, то есть $ЗП \subset R^m$, где $ЗП$ – земная поверхность.

Все геообъекты ГИП связаны с поверхностью Земли: $\forall GOB \subset GISp \exists Pr: GOB \rightarrow ЗП$, где Pr – некоторое отображение (проекция) ГО на ЗП.

Элементы (объекты) ГП – это природные и социальные компоненты геосферы, их целостные сочетания со своими особенностями и характеристиками. ГО в пространстве задается следующими параметрами:

– положением или *местом* в пространстве относительно ЗП. Характерной особенностью геообъектов является их обязательная привязка к поверхности Земли. Эта привязка осуществляется с помощью системы координат;

– *атрибутами* (собственным многомерным подпространством признаков), описывающим сущностные тематические, временные, пространственные и непространственные свойства объекта (наименование, назначение, функционирование, взаимосвязи, значение высоты, длины, объема, скорости, цвет, состав и др.). Именно атрибуты ГО оцениваются и сравниваются с помощью различных шкал “измерений” (отношений, интервалов, номиналов и т.д.);

– *формой* (конфигурацией, геометрией), характеризующей пространственную протяженность ГО – очертание, ориентацию, границы, размерность, поверхность (местность) и др.

В случае $R^m, m = 2$, ГП отображается в территорию: $ISp \rightarrow (R^2, S^m)$, где T – территория; m – размерность физического пространства.

Геообъекты характеризуются собственным пространством и атрибутами (содержательными характеристиками): $GOB = (Sp_{GO}, Atrib)$, где Sp_{GO} – собственное пространство ГО (СПГО); $Atrib$ – содержательные характеристики ГО.

Отношения Rat , структурирующие множество геообъектов в пространство, делятся на процедуры пространственной и содержательной упорядоченности: $Rat = (SRR, CRR)$.

Отношения пространственной упорядоченности (ОПУ) SRR являются определяющими для геопространства (территории). Они обуславливают территориальную (горизонтальную) структуру ГП (его физического подпространства) для выражения содержания геообъектов и геообразований и служат основой пространственного анализа геоситуации.

Отношения содержательной упорядоченности (ОСУ) CRR определяют вертикальную составляющую ГП – многомерное пространство признаков, и играют подчиненную по отношению к территории роль и служат для тематической характеристики горизонтальной составляющей геопространства.

Метрические, описательные и топологические отношения пространственной и содержательной упорядоченности позволяют выделять основные геоструктуры ГП – георегионы и геосистемы. Это территориальные структуры взаимного размещения точек, взаимной смежности, разнокачественных ареалов и др.

Если отношения определяют связи объектов внутри одного пространства, то операции обеспечивают изменение свойств объектов, их отображение в другие пространства. Операции позволяют определять динамику геообъектов, оценивать содержательные и пространственные характеристики объектов, перераспределять приоритеты между пространством и содержанием ГО.

Например, к операциям, позволяющим осуществлять переход между геопространствами, относятся [2-5]: абстрагирования собственного пространства геообъектов; обобщения многомерного пространства содержательных признаков геообъектов; выравнивания территориальной плотности распределения объектов (анаморфирования); определения системной динамики геообъектов и другие.

Геопространство фиксирует и передает расположение и связи геообъектов. Оно отображает пространство и содержание объектов обстановки в регионе и служит для представления структуры и состояния территориальной системы функциональной активности, анализа связей и отношений между элементами геоситуации в фиксированный момент времени. Но реальная территориальная обстановка является динамической системой и требует адекватного представления меняющихся во времени и пространстве процессов и явлений. Для отображения динамики и развития территориальных систем функциональной активно

Соответственно, *геоэкономическое пространство* (ГЭП) представляет множество территориальных объектов, характеризующих экономическую ситуацию в регионе, с введенными над ними отношениями пространственной и содержательной упорядоченности в аспекте их геоэкономической сущности [6, с. 123; 10, с. 193; 11]. Примером ГЭП может служить территориально распределенное и содержательно связанное (структурированное) множество природно-социальных объектов, объектов производственно-экономической (промышленной, производственной, транспортной, коммуникационной и др.) инфраструктуры региона с параметрами и характеристиками объектов, процессов и явлений экономической деятельности региона.

Многомерное пространство признаков – множество содержательных признаков и параметров объектов, характеризующих их сущностные свойства (атрибуты или описание объектов – наименование, класс, вид, свойства, функции и другие количественные и качественные параметры и взаимосвязи).

Собственное пространство геообъекта (СПГО) – пространственные параметры ГО, характеризующие его положение в геопространстве (относительно земной поверхности) и пространственную конфигурацию (форму, протяженность).

Геообъект (ГО) – это точка или область геопространства, имеющая определенное положение и протяженность относительно земной поверхности (ЗП), обладающая собственным содержательным пространством атрибутов. Для характеристики геообъекта вводятся понятия его собственного пространства и содержания. Основными параметрами ГО являются его собственное физическое пространство (положение, конфигурация, форма) и совокупность (пространство) его атрибутов (признаков).

В этом случае *геоэкономический объект* (ГЭО) – это ГО, совокупность атрибутов которого имеет экономическую природу их содержательных характеристик, сельскохозяйственные постройки, объекты энергетики, связи и т.д.

С помощью отношений пространственной и содержательной упорядоченности геообъекты агрегируются или связываются в территориальные структуры (геоструктуры) георегионов и геосистем.

Георегион (ГР) – это территориальная (пространственная) структура однородных ГО, связанных отношением пространственной упорядоченности (плотность, распределение, ориентация, связность и др.). Пример ГР: лесной массив, косяк рыбы, сельскохозяйственное поле, водоем и т.д.

Геосистема (ГС) – это территориальная (пространственная) структура разнородных ГО или ГР, связанных отношениями содержательной упорядоченности. Подобными отношениями могут быть, например, иерархические, организационные, функциональные и др. Примеры: завод, ферма, автопарк, портовый терминал и др.

В число характерных производных геопропространственных понятий входят: «геообъект», «геопространство», «георегион», «геосистема» («геоэкономическая система»), «система территориальной активности», «геоинформационная поддержка управления» и другие.

Все территориальные категории: геообъекты, георегионы, геосистемы, – составляют *пространство территориальной активности* региона, в котором описываются их положение относительно ПЗ, пространственная протяженность, содержательные характеристики, функционирование, взаимодействие, взаимное размещение и другие территориальные параметры. По аналогии постулируется и пространство экономической активности региона.

Обстановка (экономическая ситуация) – привязанная к определенному региону (территории) геосистема (геоэкосистема) природных и антропогенных (социально-экономических) факторов. Расположение, состояние и взаимосвязи этих факторов оказывают влияние на функционирование субъектов территориальной экономической активности.

Приведенная совокупность категорий и понятий ГП характеризуется следующими геосистемными аспектами.

1. Системообразующей категорией здесь выступает понятие пространства (территории) функциональной активности со складывающейся в нем конкретной геообстановкой. Пространство функциональной активности определяет территориальные связи и отношения между основными функциональными элементами (ГО, ГС, ГР) геопространства и объединяет их в особую общественно-природную среду, реализующую специфическую область социальной активности.

2. Элементами ГП являются пространственные функциональные подсистемы (категории):

– георегиональные представления, определяющие конфигурацию пространства функциональной активности по степени однородности содержательных параметров геообъектов, его структурирование по территориальному охвату и определенным географическим районам (регионам) на ПЗ;

– геосистемные представления, определяющие структурирование пространства функциональной активности по разнородности содержательных

параметров геообъектов и георегионов, его территориальное детерминирование по функциональным связям и отношениям (взаимодействиям) геоструктур. Их характерная особенность – связность территории, относительно компактное размещение элементов ГС;

– геофункциональные представления, непосредственно определяющие территориальную активность в регионе;

– геокибернетические представления, определяющие состав, структуру и порядок использования территориальных структур и геопространственных интерпретаций категорий управления для решения задач контроля над территориальными объектами и системами, а также обстановки в целом;

– системная целостность пространства функциональной активности определяется принадлежностью ее элементов к геосреде (территории, ПЗ) и обуславливается (характеризуется) тесным взаимодействием и взаимопроникновением ее социальных и природных компонентов.

Система принципов геопространственного моделирования и контроля [2], в том числе – геоэкономического, включает основные подходы, связанные с:

а) созданием и использованием геоэкономической информации в интересах анализа и оценки территориальной экономической обстановки (рис. 1);

б) контролем пространства геоэкономической активности.

Базовыми принципами экопространственно-геомоделирования являются следующие: [3; 9].

1. Хорологизация или пространственное (картографическое) представление категорий и понятий экономической ситуации и экономических процессов, а также этапов управления территориальными экономическими системами (оценка обстановки, планирование, реализация решения, ...). Первичные описательные (текстовые) или вербальные экономические категории представляются в пространственной или картографической форме, что обеспечивает: наглядность, единый визуальный охват территориальной ситуации; оперативность передачи всей региональной экономической обстановки в целом (параллельный код передачи данных), эффективное установление территориальных и содержательных связей между объектами (явлениями) экономической геоситуации.

2. Абстрагирование или топологизация – переход от географически конкретных ситуаций к абстрактным типовым экономическим схемам. Позволяет искать типовые экономические решения (рекомендации) для конкретных региональных проблем.



Р и с . 1. Принципы геомоделирования (геоинформационной поддержки управления) системам территориальной экономической активности

3. Анаморфирование (выравнивание плотностей территориальных распределений). В уравнение картографической проекции вводится один из картируемых показателей [1]. Обеспечивает наглядное выделение на карте (плане) определенных территориальных объектов, плотностей распределений, явлений или ситуаций.

4. Геоинтегральность (совместная обработка и отображение разнородной ГИ) – априорной и оперативной, текстовой и описательной, статической и динамической, природной и социальной, экономической, статистической, климатической и т.д.

5. Геосистемность представления территориальной экономической обстановки. Подразумевает системное представление и отображение природы и социума, инфраструктуры системы ТЭА, «микро»- и «макро»- уровней представления [3; 5; 9] экономической геоситуации.

В геопространствах с помощью базовых геоструктур строятся модели категорий управления геосредой – обстановки, решения, плана, оценки обстановки и т.д. По составу эти модели строятся из ГО, ГР и ГС. По содержанию они включают в себя конкретное формализованное геоинформационное описание и наполнение понятий и процедур управления (уяснение задачи, оценка обстановки, выработка решения, планирование, реализация плана) [1; 2; 11, с. 212; 12]. Таким способом формируются пространственные и содержательные параметры категорий, этапов и процедур контроля. С помощью этих моделей осуществляется непосредственная геоинформационная поддержка процессов регулирования территориальных (в том числе - геоэкономических) процессов и явлений.

Список литературы

1. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. М.: МГУ, РАЕН, 1997. 218 с.
2. Биденко С.И., Самотонин, Д.Н., Яшин, А. И. Геоинформационные модели и методы поддержки управления. СПб: Изд-во ФВУ ПВО, 2003. 224 с.
3. Биденко С.И., Комарицын А.А., Яшин А.И. Геоинформационная система поддержки принятия решений. СПб: Из-во СПбГЭТУ, 2004. 132 с.
4. Биденко С.И., Лямов Г.В., Яшин А.И. Геоинформационные технологии: Учебное пособие. Петродворец: Изд-во ВМИРЭ, 2004. 272 с.
5. Биденко С.И., Якушев Д.И. Геоинформационные управляющие системы и технологии. СПб: Изд-во СПбУ МВД, 2014. 248 с.
6. Мамагулашвили Д.И., Биденко С.И., Елсакова А.В. Аппарат описания, анализа и оптимизации региональной транспортной системы // Вестник ТвГУ. Серия "Экономика и управление". 2015. № 1. Т. 2. С. 117–128.
7. Мамагулашвили Д.И., Панамарева О.Н., Биденко С.И. Интересы собственников и формирование инновационного механизма принятия решений экономического развития // Вестник ТвГУ. Серия "Экономика и управление". 2015. № 3. С. 62–72.
8. Бородин Е.Л., Хренов М.М., Сердитова Н.Е., Биденко С.И. Геоинформационная поддержка контроля экологической обстановки транспортной сети (на примере

- дорожных объектов Тверской области) // Ученые записки РГГМУ. 2016. № 43. С. 195–208.
9. Панамарев Г.Е., Биденко С.И. Геоинформационная поддержка управления сложными территориальными объектами и системами. Новороссийск: Изд-во МГА, 2011. 202 с.
 10. Хренов М.М., Биденко С.И., Зиновьев А.В. Регулирование хозяйственной активности региона: информационно-экологический подход // Вестник ТвГУ. Серия "Биология и экология". 2015. № 4. С. 193–204.
 11. Хренов М.М., Сердитова Н.Е., Биденко С.И.. Информационное пространство управления региональной эколого-экономической активностью // Ученые записки РГГМУ. 2015. № 41. С. 212–219.

THE CONCEPT OF GEO-INFORMATION FOR MODELING THE ECONOMIC SITUATION IN THE REGION

S.I. Bidenko¹, D.I. Mamagulashvili², E.L. Borodin³, M.M. Chrenov⁴

^{1,2,4}Tver State University, Tver

³Admiral Ushakov maritime State University, Novorossiysk

Approaches to modeling of the Geospace of economic activities, including a set of concepts, principles and models, are revealed. Basic and secondary categories of geospatial modelling are formulated. General and detailed principles of the modelling of territorial environmental situation are shown in order to monitor the environmental, economic and business activities. Geoeconomic territorial concepts and categories are illustrated. Various geospatial formalisms are described which are required for different stages of monitoring and control of geoeconomic situation (environment assessment, modeling of geoeconomic situation, elaboration of recommendations for its normalization). Models and methods for support techniques of automatic analysis and control of territorial environmental situation are discussed.

Keywords: *geographical object, geographical region, Geosystem, geomodelling, geospace, geoeconomic territorial activity, GEO-modelling principles, GIS support for the control the state of the environment*

Об авторах:

БИДЕНКО Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, проректор по материально-техническому развитию, старший научный сотрудник управления научных исследований, Тверской государственный университет, г. Тверь, e-mail: sibidenko@mail.ru

МАМАГУЛАШВИЛИ Давид Ильич – кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой экономики и управления производством, директор института экономики и управления Тверской государственный университет, г. Тверь, e-mail: mamagulashvili-tvgu@yandex.ru

БОРОДИН Евгений Львович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры судовождения, Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф.Ушакова, г. Новороссийск, e-mail: elb999@mail.ru

ХРЕНОВ Михаил Михайлович – соискатель, Тверской государственный университет, г. Тверь, e-mail: dic-sz@mail.ru

About the authors:

BIDENKO Sergej Ivanovich – Doctor of Engineering, professor, vice rector for material development, senior research associate of management of scientific research, Tver State University, e-mail: sibidenko@mail.ru

MAMAGULASHVILI David Il'ich – Candidate of Economic Sciences, associate professor, department chair of economy and production management, director of institute of economy and management Tver State University, Tver, e-mail: mamagulashvili-tvgu@yandex.ru

BORODIN Evgenij L'vovich – Candidate of Technical Sciences, associate professor, associate professor of navigation, State sea university of a name of the admiral F. F. Ushakov, Novorossiysk, e-mail: elb999@mail.ru

HRENOV Mihail Mihajlovich – applicant, Tver State University, Tver, e-mail: dic-sz@mail.ru

References

1. Berljant A.M. Geoinformacionnoe kartografirovanie. M.: MGU, RAEN, 1997. 218 s.
2. Bidenko S.I., Samotonin, D.N., Jashin, A. I. Geoinformacionnye modeli i metody podderzhki upravlenija. SPb: Izd-vo FVU PVO, 2003. 224 s.
3. Bidenko S.I., Komaricyn A.A., Jashin A.I. Geoinformacionnaja sistema podderzhki prinjatija reshenij. SPb: Iz-vo SPbGJeTU, 2004. 132 s.
4. Bidenko S.I., Ljamov G.V., Jashin A.I. Geoinformacionnye tehnologii: Uchebnoe posobie. Petrodvorec: Izd-vo VMIRJe, 2004. 272 s.
5. Bidenko S.I., Jakushev D.I. Geoinformacionnye upravljajushhie sistemy i tehnologii. SPb: Izd-vo SPbU MVD, 2014. 248 s.
6. Mamagulashvili D.I., Bidenko S.I., Elsakova A.V. Apparat opisanija, analiza i optimizacii regional'noj transportnoj sistemy // Vestnik TvGU. Serija "Jekonomika i upravlenie". 2015. № 1. T. 2. S. 117–128.
7. Mamagulashvili D.I., Panamareva O.N., Bidenko S.I. Interesy sobstvennikov i formirovanie innovacionnogo mehanizma prinjatija reshenij jekonomicheskogo razvitija // Vestnik TvGU. Serija "Jekonomika i upravlenie". 2015. № 3. S. 62–72.
8. Borodin E.L., Hrenov M.M., Serditova N.E., Bidenko S.I. Geoinformacionnaja podderzhka kontrolja jekologicheskoj obstanovki transportnoj seti (na primere dorozhnyh ob#ektov Tverskoj oblasti) // Uchenye zapiski RGGMU. 2016. № 43. C. 195–208.
9. Panamarev G.E., Bidenko S.I. Geoinformacionnaja podderzhka upravlenija slozhnymi territorial'nymi ob#ektami i sistemami. Novorossiysk: Izd-vo MGA, 2011. 202 s.
10. Hrenov M.M., Bidenko S.I., Zinov'ev A.V. Regulirovanie hozjajstvennoj aktivnosti regiona: informacionno-jekologicheskij podhod // Vestnik TvGU. Serija "Biologija i jekologija". 2015. № 4. S. 193–204.
11. Hrenov M.M., Serditova N.E., Bidenko S.I. Informacionnoe prostranstvo upravlenija regional'noj jekologo-jekonomicheskoy aktivnost'ju // Uchenye zapiski RGGMU. 2015. № 41. C. 212–219.