

Новые идеи в географии



Новые идеи в географии

2

ГОРОДСКИЕ
СИСТЕМЫ
И ИНФОРМАТИКА

Главный редактор акад. И. П. Герасимов
Члены редколлегии:
В. М. Гохман,
Ю. В. Медведков,
В. С. Преображенский

Перевод с английского
В. Я. Барласа,
В. В. Голосова,
М. Г. Орловой



Издательство «Прогресс» Москва 1976



Новые
идеи
в географии

Аннотация

Второй выпуск сборника «Новые идеи в географии» так же, как и первый, приурочивается своим выходом к Международному географическому конгрессу (Москва, июль — август 1976 г.). Тематически он теснейшим образом связан с первым выпуском и посвящен вопросам моделирования городских систем в географии и проблемам информатики — темам, которые будут широко обсуждаться на предстоящем конгрессе.

Ответственные редакторы выпуска

В. М. ГОХМАН
Ю. В. МЕДВЕДКОВ

Редакция литературы по географии

© Перевод на русский язык, издательство
«Прогресс», 1976 г.

Н $\frac{20904-47613}{006(01)-76}$ БЗ-76

Возможности и проблемы применения системного подхода к изучению изменений в географии человека ¹

Джон Лэнгтон

Введение

Стало уже почти правилом искать ответы на методологические головоломки географии в теории систем, достоинства которой обсуждались в многочисленных публикациях [5, 6, 8, 12, 38, 46, 68, 97, 100, 134, 137, 141]. Но справедливость заключения Кункеля [91] о том, что «при изучении социальных изменений использование системного подхода особенно очевидно», не соответствует тому месту, которое занимает теория систем в литературе по географии человека. Этот недостаток имеет серьезные последствия, так как «наведение мостов» между изучением долгосрочных географических изменений и теоретическим анализом размещения можно рассматривать как одну из главных современных методологических головоломок. Но даже поверхностный ретроспективный взгляд показывает неизбежность указанного недостатка. «Из-за все большего разветвления» «современной теории систем» [23] трудно абстрагироваться от вопросов на уровне «простого здравого смысла» [36] или «тривиальных вопросов» [140], а при анализе лишь нескольких элементов теории систем, как и самой действительности, «невозможно разрезать эту ткань, чтобы изолировать какую-то ее часть и при этом не повредить и не нарушать ее вязь по краям [35]».

Эти заложенные в самом существе вопроса трудности сживленно дискутировались в географической литературе, сфокусировавшей внимание на «общей теории систем». Из этого «бездонного сосуда» были извлечены доводы, касающиеся значимости общности, универсальности теории и

¹ John Langton, Potentialities and problems of adopting a systems approach to the Study of change in human geography, «Progress in Geography», International Reviews of Current Research, vol. 4, 1972, p. 127—179.

аналогий; отсюда же были заимствованы явная избыточность обычно употребляемых жаргонных фраз и выражений и ряд общепринятых методов и теорий, таких, как теория информации и закон алометрического роста. Но общая теория систем предполагает не эмпирическое знакомство с ними, а «выявление их структуры в терминах абстрактных математических языков» [119].

Следовательно, по определению, ссылки на общую теорию систем могут показать возможный вклад географии в эту теорию, но они лишь косвенно указывают на способность общей теории систем оказать помощь в решении эмпирических проблем географии. До тех пор, пока теорию систем будут рассматривать с позиций общей теории систем, выводы с неизбежностью будут относиться к «формальным теоретическим утверждениям, касающимся свойств различных типов систем, с большим акцентом... на теории систем, нежели на сами системы» [41]. В итоге «общие» и «общетеоретические» компоненты системного анализа заняли непропорционально большое место, а понятие о системе как таковой оказалось отодвинутым на задний план.

В этом обзоре мы ограничимся обсуждением самого принципа системного подхода, игнорируя проблемы общности. Следует надеяться, что ограничение в дальнейшем дискуссии вопросом о соотношениях между теорией систем и изучением изменений в географии человека сведет проблему до поддающихся управлению пропорций и направит ее на тот аспект географии, где использование новых принципов было бы наиболее плодотворным и где системный подход, согласно Кункелю [91], особенно уместен. Необходимой предпосылкой такого исследования является разъяснение понятия «система» и выявление тех проблем географии, где системный подход вполне оправдан.

Географические системы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ СИСТЕМЫ

Наиболее часто цитируемым определением понятия «система», принятым в теории систем, но являющимся лишь одним из многих возможных значений [19, 105], служит определение, данное Холлом и Фейгенмом [69]. Оно утверждает, что «система — это набор объектов, рассматрива-

емых вместе с присущими им взаимосвязями и свойствами». Уже говорилось, однако, что это определение слишком широкое, чтобы иметь какую-либо ценность. Любые объекты в любом сочетании могут быть увязаны между собой и соотнесены друг к другу в пространстве и во времени, а «понятие, относящееся ко всему, логически является бессмысленным» [22]. Хол и Фейген [69] ограничили свое определение оговоркой, что «взаимосвязи следует рассматривать в контексте того набора объектов, который непосредственно изучается при исключении тривиальных и несущественных связей». Но это ставит вопросы о критериях тривиальности и несущественности, весьма трудно разрешимые в географии, хотя, возможно, они легко могут быть решены в технических науках. Более уместным здесь было бы, пожалуй, малоизвестное определение Миллера [104]: «Система — это множество единиц со взаимосвязями между ними. Слово «множество» подразумевает в данном случае то, что рассматриваемые единицы имеют общие свойства. Состояние каждой единицы ограничено, обусловлено и зависит от состояния других единиц». Эти взаимосвязи, следовательно, являются причинными, функциональными или нормативными, а рассматриваемое множество оказывается некоторым образом «организованным» посредством взаимосвязей между единицами. Применительно к схеме организации это означает, что единицы существуют как «целое», которое «больше, чем сумма его частей». Организация взаимосвязей не обязательно должна быть прямой, и частным случаем взаимозависимости, на котором акцентируют внимание теоретики-системники, является «ортогональность», которая обнаруживается в том случае, «если значение одной (единицы) в любой момент времени не определяет значение другой единицы в этот же самый момент времени» [133]. Таким образом, использование понятия «организация» вовсе не означает, как это могло бы предполагаться при обиходном истолковании этого слова, что запаздывающие и непрямые соотношения не относятся к узловым. Тот факт, что множества единиц, которые прямо или косвенно связаны через взаимозависимости и взаимоограничения, являются основными структурами, образующими реальную действительность, принадлежит к триюizam. Но при анализе таких систем они должны поддаваться абстрагированию от реальности. Согласно Кэмпбл [27], «наблюдатель... выде-

ляет конкретную систему из окружающей ее стихии реальной действительности, пользуясь критериями: а) физического сродства составляющих ее единиц, б) подробности этих единиц, в) общности их судьбы, г) отличительной или могущей быть опознанной формы их существования». Состав этого обычно используемого перечня критериев, как правило, выражается в дефинициях функции или цели [65]; те единицы действительности, которые в процессе взаимодействия производят какой-то специфический продукт — будь то товар или конкретный результат вроде достижения социальной стабильности, — могут быть определены как системы. В итоге соотношения между единицами стали пониматься как соотношения вход — выход или роль — функциональные связи. Например, добыча угля как система может быть выражена через те ее «единицы», или «подсистемы», которые необходимы для осуществления этой добычи. Таковы спрос на уголь, сами угольные пласты, технология добычи, транспортировка добытого угля, предприниматели, рабочая сила и капитал. Эти единицы трудно однозначно определить как «входы» или «выходы». В самом деле, можно ли расценивать спрос как вход или предложение как выход, являются ли размеры заработной платы выходом, а количество рабочей силы входом. Более того, многие системы не имеют четко опознаваемого выхода, кроме факта их постоянного существования [42]. Не столь жесткое определение подсистем, системы как играющих в ней определенных роли [105], зато и менее путанно.

Когда система определена, внимание акцентируется на изменении ее переменных, то есть на «любом из свойств системы, которое может быть измерено, как, например, количество, размер, пространственная организация или темпы изменения единиц данного множества» [105]. В любой системе существует огромное число переменных, однако при изучении анализируется лишь небольшое число из них. Размер, форма и продолжительность функционирования каменноугольных шахт — «производственных единиц» системы угледобычи — могут быть и наверняка послужили бы в географии предметом изучения при анализе процесса добычи угля. Затем их пришлось бы объяснить в терминах пространственных характеристик другой подсистемы, входящей в систему угледобычи: решение вопроса о том, как много угля добывается, где и как долго, очевидно, зависит от пространственных и временных изменений спроса на

уголь, оценки перспективности угольных пластов (которая в свою очередь частично зависит от технологии), формы и пропускной способности транспортной системы, обслуживающей месторождения, инициативы предпринимателей и рынка рабочей силы. Это разнообразие «ролей», необходимых для объяснения переменных производственной подсистемы, называется «средой» этой подсистемы, а значения переменных, которые выражают состояние среды подсистем, называются «параметрами» системы в отличие от таких «переменных», как размер, форма и продолжительность существования, которые и фокусируют на себе интерес исследователей. Параметры, как правило, сильно зависят от факторов, действующих вне самой системы, как в приведенном примере системы угледобычи. Цель исследования состоит в выявлении множеств единиц и функциональных взаимосвязей между ними, чтобы получить возможность «объяснить» значение определенных признаков (характеристик) одной из данного множества единиц, называемых переменными, и значениями, которые независимо принимаются признаками других единиц, называемых параметрами. Это требует включения всех релевантных параметров: должны быть определены все релевантные «роли» и оценены характерные признаки, атрибуты тех ролей, которые оказывают влияние на переменные. Система при этом полагается «закрытой» [67, 74, 133], чтобы ее «состояние» (то есть значения переменных и параметров) «в любой момент времени могло бы быть представлено в виде единственной значимой функции *начального состояния* и координаты времени» [33]. Итак, анализ переменных требует знания параметров среды системы и *ничего большего*: анализ должен быть ограничен кругом «обобщенной системы» переменных и параметров ее среды ¹.

¹ В литературе существует значительная терминологическая путаница. Система, «закрытая» с аналитической точки зрения, не должна смешиваться с системой, «закрытой» в термодинамическом смысле, то есть с системой, которая не обменивается энергией с окружающей ее средой. Точно так же понятия «система» и «среда» по-разному определяются в зависимости от масштаба выбранной перспективы. Зомерхоф [133] определяет систему как переменные, а среду как параметры. Хейджи [67] и Кун [87] рассматривают систему как переменные плюс параметры, то есть включают в нее все подсистемы, действительно анализируемые при изучении, а среду как факторы, которые являются внешними по отношению к системе и которые влияют на значения, принимаемые параметрами.

Хотя эта терминология может показаться несколько неудобоваримой и к тому же не принятой в географии, понятие системы, которое она предлагает и формулирует, чрезвычайно близко географии. Конечно, потребовалось определенное время, чтобы осознать то, что переменные, выбранные для изучения, могут быть всесторонне проанализированы с точки зрения взаимоотношений между объектом, к которому они относятся, и другими явлениями и что для удовлетворительного объяснения этих переменных требуется рассмотрение всех релевантных признаков всех тех явлений, с которыми взаимодействует изучаемый объект. В этом смысле «системный анализ — это основной способ анализа, используемого всеми науками» [17]. Но его никак нельзя назвать ни универсальным, ни всеобъемлющим способом объяснения реального мира. В частности, он не только полностью отличается, но и противопоставляется модели, создаваемой по принципу «*ceteris paribus*», на которой основана теория размещения, и это можно рассматривать как сильную или как слабую его сторону в зависимости от частной интерпретации роли теории [36, 60, 95]. Он не может быть отнесен и к методу приближенного анализа действительности, который лишен фундаментальных ограничений и проблем.

ОГРАНИЧЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ГЕОГРАФИИ

Функциональность. Часто говорилось, что использование системного подхода позволит интегрировать, объединить, различные направления в географии и установить более тесные связи между географией и смежными науками, разрешив многие давнишние методологические проблемы, которые ранее были камнем преткновения [5, 8, 12, 68, 134]. Однако системный подход в значительной мере является функциональным вне зависимости от того, применяется ли он к сообществам низших растений или же к сложнейшим общественным группировкам людей [105 134], а многое из того, что обычно относится к сфере географии человека, принадлежит не к функциональным системам, а к своего рода артефактам систем и связано с чисто формальным изучением картины размещения домов, магази-

нов, дорог, фабрик, городов и т. д. Это не мешает «живущим» системам возникать и существовать среди своих артефактов, и хотя «ученые иногда пренебрегают различиями между «живущими» системами и их артефактами», последние сами по себе не являются системами [105]. Таким образом, пока география преимущественно занимается изучением «ландшафтов», которые представляют собой совокупности артефактов, то есть застывших форм, — а этот предмет остается, например, преобладающим содержанием исторической географии, — для системного подхода трудно найти какую-либо реальную область применения. Это становится возможным только в том случае, когда географы начинают недвусмысленно изучать *функционирование* этих форм, то есть проблему, которой системный подход релевантен. Вне зависимости от оценки дебатов, включая даже их философскую правомочность, об относительных достоинствах формального изучения по сравнению с функциональным [18, 24] легко видеть, что понятие «система» нерелевантно по отношению к большим и процветающим компонентам объекта. Более того, так как функции артефактов не могут быть проанализированы без тесной связи с экономикой, социологией или психологией, использование этого принципа скорее усугубляет, нежели облегчает решение проблемы, которая долгое время была специфической проблемой географии [18, 71, 73].

Эмпиризм. Хотя принцип моделирования предполагает упрощение реальной действительности через ее абстрагирование, модели в теории систем являются скорее «рабочими», нежели «абстрактными». Формулировка общепримемлемой теории не является главной целью построения таких моделей. Они «используются для того, чтобы дать нам представление, поскольку мы исследуем конкретные общества в конкретное время, о тех взаимозависимостях, которыми они связаны» [104]. «Анализ, осуществляемый путем моделирования, как мы его понимаем, рассматривает реальный мир в качестве отправного пункта (поскольку мы заимствуем из него элементы модели) и в качестве пункта назначения (поскольку мы сравниваем результаты анализа с действительным положением вещей). Поэтому существует тенденция, популярная в некоторых кругах, строить абстрактные модели, основанные на произвольных допущениях» [88]. Даже если и не все согласны с критикой подобных утверждений, в наиболее резкой форме прозву-

чавеней в высказывании Кулы о том, что абстрактные модели «не имеют научной ценности», очевидно, что точное следование системному подходу мало что даст в поиске аналитической «синтаксической» теории, выработка которой традиционно считалась некоторыми ее сторонниками главной целью в познании объекта изучения [24, 26, 46, 72, 83, 41]. С этой точки зрения обоснования «теории систем» с прилагательным «общая» могут особенно вводить в заблуждение, поскольку общая теория систем, по крайней мере в определении Эшби [2] и Месаровича [103] и использованная такими географами, как Кари [46] и Харвей [74], имеет отношение к попыткам дедуктивно вывести теории, которые преступают пределы эмпирически познаваемой реальности.

Двойственность. Все социальные системы содержат «вещи» и «образы вещей» [20, 105]. Первые связаны и соединены с потоками вещества и энергии, последние — с потоками информации. Акцент на сложность организации и функционирования неизбежно подразумевает осознание этой двойственности. Чем сложнее организация социальной группы, тем больше эта организация зависит от «образов», нежели от «вещей». Понимание образов и потоков информации лежит в основе осмысливания сложной социальной системы. Этой группе проблем обычно уделялось значительное внимание при изучении процессов восприятия и в «поведенческой географии», и Брукфелд [21] считает, что принцип двойственности систем создает своего рода «расчищенную площадку, позволяющую ввести понятие воспринимаемой среды, понятие, полностью отличное от реальной среды, но связанное с этой реальной средой». Несмотря на сомнения относительно достоверности разграничения «реального» и «воспринимаемого» явления [43], двойственность вещей и вещества — энергии, образов и информации, — несомненно, существует и может найти место в теории систем на концептуальном уровне [54]. Но выражение этой двойственности в эмпирическом анализе несколько не легче. Кула [88] провентилировал эту проблему с точки зрения экономической антропологии, а Миллер [105, 106, 107] в полном обзоре характеристик «живущих» систем рассматривает эти два компонента отдельно, исподволь указывая на общую природу проблемы. В маломасштабных исследованиях «модель процессов с управляемыми обратными связями» (которые рассматрива-

ются ниже) может быть, вероятно, рабочей; модель флуктуаций запасов Мака [98], в которой одним из параметров является степень уверенности предпринимателя в полученной информации, также показывает, что эта проблема не выглядит трудноразрешимой при изучении малоразмерных систем. Но географы, как правило, имеют дело с более крупными и более сложными системами, и «нахождение способа введения среды как объекта восприятия в наш целиком эмпирический метод представляет собой проблему» [17].

Замкнутость. Реально существующая замкнутость — основное требование системного подхода. Но достичь этого чрезвычайно трудно, и, как и в случае проблемы двойственности, трудности непропорционально возрастают с ростом масштаба и уровня, на которых ставится проблема. Бир [7] подчеркивает, что «определение любой частной системы произвольно... Вселенная, по-видимому, состоит из множества систем, причем каждая содержит внутри себя нечто большее, чем это представляется на первый взгляд. В этом смысле их можно уподобить набору пустотелых строительных блоков. С одинаковым успехом систему можно заметно расширить и ощутимо сузить... здесь важно то, что если мы хотим рассмотреть взаимодействия, влияющие на элементарную (неразложимую) целостность, мы должны будем определить эту целостность как часть системы. Система, выбранная для изучения, постольку представляет собой систему, поскольку она содержит взаимосвязанные части и в некотором смысле является полностью укомплектованной в самой себе. Но целостность, которую мы рассматриваем, непременно является частью многочисленных систем, каждая из которых служит подсистемой в ряду более крупных систем. Поэтому задача обозначения системы, которую мы желаем изучить, ни в коем случае не является легкой».

Решение этой задачи в географии — вдвойне трудное дело, потому что замкнутость должна выполняться в двух отчетливо различающихся размерностях — пространственной и «предметной», — то есть социальной и экономической или той и другой одновременно. Если переменные всегда занимают какую-то территорию земной поверхности, которая может быть произвольно обособлена, то параметры, как правило, выражают собой состояния взаимодействующих с изучаемой системой явлений, которые

локализуются как внутри, так и вне этой территории. Любая территория, выделенная по признаку обособления тех или иных переменных, будет содержать бесчисленное множество явлений, которые нерелевантны значениям переменных — «замкнутым системам», — причем многие, если не большинство взаимодействующих явлений, окажутся расположенными вне этой территории. Таким образом, степень трудности выделения обособленного участка пространства едва ли может быть переоценена. Но это не делает системный подход бесполезным в географии. Являясь основополагающей для географии как таковой, эта проблема в то же время существует всегда и везде, где используется понятие организации. Например, основной недостаток регионального метода может быть интерпретирован как неправомочность допущения о том, что система и ее среда (параметры) могут быть очерчены одной и той же пространственной границей. Теория предмета полна аналогичных допущений о том, что степень взаимодействия является функцией пространственной близости и что взаимодействия, которые релевантны тому или иному исследуемому феномену, ограничены в пространстве.

Ограничения возможностей анализа, вытекающие из этих допущений, их исследование и проверка учитываются теперь во всех аспектах географии человека: в теории центральных мест [47, 136], во внутригородских экологических моделях [82, 138] и в моделях размещения производства [81, 145]. Такие работы рассматривают прежде всего вопрос, в какой мере пространственные совокупности являются системами, какова степень их целостности (*entitation*). Это не противоречит недвусмысленному использованию системного подхода, а служит основополагающей предпосылкой его применимости. «Понятие взаимозависимости, столь важное для системного подхода, должно полагаться скорее проблематичным, чем непреложным, если мы стремимся разработать модель систем, пригодных для анализа социального поведения» [65]. Выявление «степени системности» [23], а не произвольное, а priori, определение систем, является одной из основных проблем, исследуемых всеми общественными науками. Герард [63] утверждает, что «качественное распознавание основных систем, которое я называю «*entitation*» обособлением, гораздо важнее нахождения их количественных параметров. Обособление должно предшествовать количественным оценкам; лишь после то-

го, как правильно найдены объекты измерения, есть смысл делать эти измерения».

Проблематичным остается и представление о замкнутости систем в мире явлений. Сложность систем, которые обычно изучает география человека, настолько велика, что для их предметного изучения оказывается необходимым прибегать к понятию об их изолированности, замкнутости, что, конечно, не наблюдается в действительности. Взять хотя бы взаимодействия многочисленных, территориально разобщенных торговых точек различных типов, изучаемых в теории центральных мест, с подсистемами оптовой торговли, населения, экономики и транспорта, которые образуют среду системы розничной торговли внутри какой-либо территориальной единицы, и с такими внешними по отношению к данной территории подсистемами, как миграции населения, перевозка товаров, внедрение новаций; эти взаимодействия настолько сложны, что они не могут быть, по-видимому, полностью изучены. Следовательно, параметры, вовлеченные в анализ центральных мест, должны быть жестко ограничены допущениями о равности прочих условий и замкнутости в пространстве. Но колоссальное число взаимосвязей в такой системе и тот факт, что многие из них являются взаимно конфликтующими или взаимно компенсирующими, указывают на то, что поведение переменных может оказаться хаотичным, или случайным, по отношению к любому ограниченному числу параметров. Этим объясняется акцент на случайность поведения во многих последних работах по географии [44, 45]. Такая сложность и очевидная неизбежность игнорирования большей части ее означает, что раскрытие действительно протекающих процессов возможно лишь путем ограничения числа переменных, вводимых в анализ. «Чем больше развиты внутренние и внешние связи и чем сложнее подсистемы, образующие материальную совокупность, тем больше целое зависит от отдельных компонентов; или, другими словами, нужно применить более глубокий анализ, чтобы обнаружить детали, которые необходимы для понимания целого» [85]. [См. также 84]. Эта степень случайности частично является функцией масштаба, в котором рассматривается проблема, или уровня «решения системы», что уже было полно освещено в географии [100].

Рассмотрение географических явлений как систем обнаруживает их общий характер и, возможно, помогает уяс-

нить природу некоторых методологических проблем данного предмета, однако оно не предлагает решения этих проблем. Но отклонить такой подход по указанным мотивам значило бы допустить ошибочный силлогизм.

Представления об изменении системы

СИНХРОННЫЙ И ДИАХРОННЫЙ АНАЛИЗ

«Любая наимельчайшая частица систем должна проявлять себя в присущем ей поведении» (Боулдинг, цит. Джерардом [63]). Следовательно, системы должны существовать как организованная совокупность взаимосвязей, или как «структура», которая обладает «поведением», чтобы выполнять некоторую функцию; в течение этого процесса первоначальные взаимоотношения изменяются, и система в результате приобретает новые свойства. Это подразумевает также существование процессов большей продолжительности, чем очень кратковременные изменения, сопровождающие подобное функционирование. «Налицо круговая зависимость между этими главными аспектами системы — структуры ежеминутно изменяются в процессе функционирования системы, и, когда такие изменения оказываются настолько большими, что становятся необратимыми, возникает исторический процесс, порождающий новую структуру» [105]. Различия между структурой и функцией и между функцией и процессом утонули в семантической трясине [13, 105]. Тем не менее принято находить различие между двумя формами исследования природы систем. В географии Дерби [48] видел такое различие между исследованиями, названными им «поперечным» и «вертикальным» сечениями, теоретики-системщики обозначают его как различие между «структурным», или «синхронным», и «диахронным» анализом [64, 105 — цит. из Тернера].

Изучение структуры имеет дело со значениями переменных и параметров и со взаимоотношениями между ними, как рефлексиями взаимоотношений, которые существуют между подсистемами и позволяют системе выполнять свои функции в любой данный момент времени. Оно не касается структуры в девисовском смысле пространственной, или

«ландшафтной», формы, как это было интерпретировано Берри [9], а лишь структуры функциональных связей системы. Изменения в структуре могут быть проанализированы с помощью моделей «сравнительной стабильности» или моделей «подвижного равновесия», что дает ключ к объяснению причин изменений. «Если допускается, что система достигает состояния равновесия при одном наборе параметров, если она затем испытывает изменение параметров и приходит к состоянию равновесия при другом, новом, наборе параметров и если эти изменения параметров сравниваются с изменениями состояний равновесия, такое исследование именуется методом «сравнительной стабильности». Если же непрерывная последовательность различных параметров сравнивается с соответствующими условиями равновесия (переменных), то исследование ведется методом *подвижного равновесия*» [67]. [См также 87].

Диахронный анализ, наоборот, имеет дело скорее с механизмами, чем со структурными результатами изменения подсистемных соотношений. Здесь делается «попытка проследить начало, происхождение отдельных элементов системы и их взаимоотношений и затем проследить эволюцию способа их функционирования с помощью последовательности поперечных сечений синхронных картин системы... Диахронный анализ пытается обнаружить, в каких условиях система изменяется и когда она остается статичной» [64]. Диахронные исследования необходимы в том случае, когда объяснение ищется в сфере социальных наук; объяснение изменения переменных не может быть эффективным путем отсылки к одновременным значениям параметров, если только система не находится в равновесии. Теории, основанные на сравнении статичных условий, то есть на изучении изменений посредством сравнения структур систем, которое возможно только в предположении равновесных условий, имеют, таким образом, ограниченную ценность [55, 70]. Изменение может быть полностью изучено только через диахронный анализ, и только через изучение изменения может быть получено удовлетворительное истолкование систем, которые не находятся в состоянии равновесия [64, 67, 70, 87]. Диахронный анализ эквивалентен тому, что называется «динамикой» в экономике [67, 87, 114], но это ни в коем случае не синоним «динамики», как она понимается в физике. Физическая динамика имеет дело с системами, которые «стационарны», или системами, в

которых происходят периодически повторяющиеся изменения, как в солнечной системе [114]. С принципами диахронного анализа мы познакомим читателя в конце настоящего обзора.

ПРОЦЕСС И ПОРОГ

Стержнем диахронного анализа систем является процесс. Понятие «процесс» подразумевает, что «структура под действием внешних сил и через свою собственную энергию подвергается воздействиям, или актам, вызывающим изменение» [105, цит. из Тернера]. Он, по существу, касается условий «возбудитель — ответ», или «вход — выход»; возбудители, или входы, включают изменения значений параметров, которые представляют изменения в подсистемах, вызванные агентами, действующими вне системы. Такие изменения происходят почти непрерывно, и они не обязательно порождают процесс, потому что каждая подсистема любой системы имеет «область стабильности». Они могут содержать возбудитель изменения в другом компоненте, не изменяясь в ответе и, таким образом, не приводя к существенным изменениям структуры системы. Это понятие «порога», конечно, широко используется в географии.

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССОВ И ИНЕРЦИЯ

Если система подвергается стрессу, то изменения, происходящие в подсистемах для того, чтобы снизить напряжение функционирования системы, не возникают немедленно; процесс, который порождает ответ на возбуждение, появляется спустя некоторое время. Период времени, за которое развивается этот процесс, называется «периодом ответа», или «временем релаксации» системы. Продолжительность этого периода, очевидно, обратно пропорциональна степени гибкости компонентов подсистем; следовательно, она является прямым отражением количества «инерции» в системе. Инерция, таким образом, является мерой значимости различных вмешательств в одном или большем их числе, требующихся для побуждения данной функции к изменению в ответ на экзогенно генерируемое изменение.

Характеристики времен релаксации и форму их изменения в зависимости от природы возбудителей и степени инерции системы изучал Карлсон [28, 29].

Весьма близкий к приемам Карлсона ход рассуждений относительно часто встречается при изучении диффузии, где использовались модели в форме линии поведения во времени [31, 77] и где представление об инерции присутствовало хотя бы неявным образом. Опыты Карлсона демонстрируют также силу доводов против синхронного и за диахронный анализ, о которых говорилось выше. Именно медленность работы процессов в социальных системах препятствует обнаружению причинных факторов при сравнительном статическом анализе.

СЛОЖНОСТЬ СИСТЕМ И ОПРЕДЕЛИТЕЛИ ПРОЦЕССОВ

Будут ли действовать на систему возбудители или нет, будут ли они генерировать процесс в том случае, если возникнут, а также какова будет протяженность периода ответа системы в течение работы процесса — все это очень сильно зависит от богатства внешних связей системы, то есть от степени ее «открытости» [90]. Системы, замкнутые в термодинамическом смысле этого слова, не имеют внешних связей: они, следовательно, не получают воздействий на входе и не могут быть стимулированы изменением этих входных воздействий, изменением входов. В таких системах не могут возникнуть какие-либо процессы, и они неизбежно идут к состоянию максимальной энтропии, или дезорганизации. Выполнение системой какой-либо функции требует сочетания некоторого количества ролей, или входов, осуществляемого через взаимодействие ряда подсистем. Таким образом, продолжительность существования организации с точки зрения «универсального закона природы, по которому все формы организации движутся к дезорганизации, или смерти», *требует* наличия внешних связей для обеспечения входов, или исполнения ролей, необходимых для непрерывного функционирования системы [79]. Чем большим набором связей располагает система, тем больше источников входов и больше организация ролей, но и тем больше также диапазон влияний, воздействию которых подвергается система в результате внешних событий. Вероятность возникновения процессов изменения, таким образом, прямо связана со степенью внешней связанности системы, которая в свою очередь прямо связана с ее сложностью.



Процесс возникает только в том случае, когда подсистемы обладают гибкостью. Но каждая из подсистем любой частной системы является в свою очередь компонентом других систем. Поведение любой из подсистем любой системы ограничено, таким образом, многочисленностью ее ролей. Чем больше сложность внешних связей системы, тем больше также вероятность ответа. Разнообразие внешних связей является, таким образом, главным определителем, детерминантом, степени ответа, реакции системы, которая возможна в ответ на возбудитель: инерция системы обратно пропорциональна степени ее внешних связей. Значение сложности связей подсистемы подчеркивалось Эшби [4] в его «законе необходимого разнообразия» (многообразия), который является «фундаментальным в теории управления». Этот закон утверждает, что «только разнообразие может разрушить разнообразие»: если система подвергается воздействию широкого диапазона возбудителей, только соответствующее разнообразие ответов позволит ей непрерывно функционировать.

ПРИРОДА ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В СИСТЕМАХ

Прежде чем перейти к обсуждению процессов обратной связи, необходимо для полноты описания кратко упомянуть более базовую форму процесса, известную как «простое действие».

Системы простого действия. Хотя причинные цепочки внутри таких систем могут быть сложными, понятийная простота систем этого типа идет от «линейности», или «открытого контура», природы процессов, которые работают внутри этих систем. Вслед за воздействием возбудителя «действие независимо от его сложности протекает только в одном направлении... А может действовать как на B , так и на X , тогда как B действует на C , C действует на D , а X действует на Y , который в свою очередь действует на Z . Длина этой цепочки действия не имеет значения... система простого действия (существует) в том случае, если действие происходит только в одном направлении» [87]; не существует никакого причинного влияния, действующего в обратном направлении и способного замкнуть причинную цепь, контур.

Системы с обратной связью (обратная связь, гомеостаз и морфогенез). В системах с обратной связью причинные цепи (контуры) замкнуты. Любое изменение в пункте *A* передается, таким образом, «обратно» к *A*, и возбудители, представленные изменением в пункте *A*, после этого изменяются обратной связью.

Следовательно, в системах с обратной связью изменения, возникающие в компонентах подсистем в ответ на возбудитель, влияют на этот возбудитель и в результате воздействуют на величину общего изменения системы. Если такие взаимоотношения существуют, тогда должна существовать и цель. Наличие обратной связи демонстрирует существование целепоискового поведения системы, и признание целенаправленности и целей больше уже не содержит мистики. Если задана непрерывно флуктуирующая среда, то есть существуют постоянные изменения ограничений, действующих на систему, и непрерывные возбудители, между подсистемами функционируют обратные связи, в результате чего происходят мгновенные адаптивные изменения. Например, если возрастает спрос на определенные товары, должен быть стимулирован больший выпуск этих товаров, или больший выход. Но если бы увеличение выхода, требующее вливания капитала в производство этих товаров, отвлекло бы капиталовложения от тех компонентов экономики, которые потребляют этот продукт, тогда рост спроса и производства с помощью обратной связи через рынок капитала ограничил бы дальнейший рост спроса на эти товары. Любое увеличение спроса в такой системе было бы в конце концов нейтрализовано через обратную связь.

Если обратная связь возникает для того, чтобы поддерживать совокупность взаимоотношений, которые уже существуют в системе, либо путем снижения дальнейшего роста входов, если они растут, как в предыдущем примере, либо путем увеличения этих входов, если они имеют тенденцию уменьшаться, тогда эти взаимоотношения должны представлять собой цель данной системы, обратная связь в которой работает для того, чтобы постоянно их поддерживать. Этот тип обратной связи, которая действует отрицательно на изменения, индуцированные возбудителем, называется отрицательной обратной связью, а про системы, поведение которых определяется работой отрицательных обратных связей, говорят, что они *гомеостатичны*, или

морфостатичны. Важно подчеркнуть, что именно существование отрицательной обратной связи, а не сама стабильность является диагностическим свойством гомеостаза, или «устойчивого состояния».

Если система стабильна, то это не обязательно вызвано отрицательной обратной связью, гомеостатические же системы не обязательно должны быть стабильными.

«Процесс, получивший название гомеостаза... не всегда возвращает систему к ее ненарушенному, невозмущенному состоянию. Будучи отрицательной обратной связью, он способствует уменьшению отклонения от такого состояния, но не обязательно обладает такой силой, чтобы препятствовать этому отклонению. В случае более слабой обратной связи имела бы место тенденция к «перекрытию» и колебанию, допускающая некоторое изменение» [50]. Действительно, колебание может представлять собой непрерывно возрастающие сверхкомпенсации, так что, несмотря на отрицательную обратную связь, система может становиться все более нестабильной [16]. Таким образом, хотя поведение гомеостатической системы в устойчивом состоянии определяется процессом отрицательной обратной связи, одинаково неправильно утверждать, что отрицательная обратная связь — следствие стабильности наблюдаемых систем и что поведение нестабильных систем не управляется отрицательной обратной связью.

Если кумулятивное (совокупное) воздействие процесса обратной связи усиливает отклонение системы в каком-либо направлении от предшествующей цели, то оно должно изменить эту цель; если целенаправленность определяется обратной связью, то сказанное является аксиомой. Такая обратная связь называется «целеизменяющей», или «положительной», обратной связью, а системы, в которых она существует, называются «морфогенетическими». География человека изобилует примерами таких систем. Положительная обратная связь — это механизм, ответственный за процессы роста, увеличивающие специализацию и дифференциацию, которые характеризуют все живущие системы. Благодаря именно этим взаимоотношениям слабые целеизменяющие импульсы возбудителей могут быть усилены, а положительная обратная связь является основополагающим понятием, истолковывающим «парадигму, лежащую в основе усложняющейся эволюции адаптивных систем, (которая) начинается с факта существования потенциально

меняющейся среды, характеризуемой вынужденным многообразием, и адаптивной системы, чья устойчивость и развитие в сторону совершенствования зависят от воспроизведения некоторого разнообразия среды и ограничений, заложенных в ее собственной организации, по крайней мере на семиперманентной основе» [23].

Понятие обратной связи, гомеостаза и морфогенеза являются ядром системной теории изменчивости. Но важно подчеркнуть, что диагностирование поведения системы как гомеостатического или морфогенетического просто из наблюдения стабильности или направленности изменения и объяснение такого поведения непроверенной ссылкой на обратную связь, недостоверны. Само существование обратной связи и ее типов, которые являются диагностическими свойствами, представляет собой важнейший объект исследования; их нельзя рассматривать как все объясняющее средство при анализе поведения системы. Но использованные должным образом эти понятия дают возможность искать объяснение «общим чертам» систем, относящихся к типу «саморегулирующихся», «самоуправляемых» и «самоорганизующихся» [23]. Использование принципа обратной связи может, следовательно, ускорить анализ систем, поведение которых «не является простым и непосредственным ответом на воздействие приходящих с ними в столкновение внешних сил, как, например, в случае с бильiardными шарами или гравитационными системами» [23].

Вообще говоря, существует два пути концептуализации и формализации процессов обратной связи. Они реализуются двумя базовыми моделями процессов обратной связи: «неуправляемой» и «управляемой». Они в свою очередь будут рассмотрены как средства введения дальнейших усовершенствований в понятие обратной связи, как способы анализа изменений и причин изменений.

Системы с неуправляемой обратной связью. Неуправляемая обратная связь — это синоним терминов «динамическое взаимодействие» и «причинная взаимосвязь». Хотя эти термины обычно не используются в географии человека, само содержание их подверглось здесь всестороннему изучению и признано в качестве одного из основных процессов изменения. Соотношения неуправляемой обратной связи относятся к тому типу, который использовался в предшествующих разделах этого обзора для иллюстрации

обратной связи в целом. Они представляют собой причинное ответное действие как в случае, когда рост населения воздействует на развитие промышленности, которая в свою очередь воздействует на население, или причинную цепь, как в случае, когда рост промышленности влияет на заработную плату, которая обуславливает спрос, а через полученный капитал в свою очередь воздействует на рост промышленности. «Круговые», или «кумулятивные», процессы, подобные указанным, являются примерами положительных причинных взаимосвязей. Шекли [30] использовал еще один термин для описания моделей, которые олицетворяют такие процессы. Он назвал их «моделями упорядоченного движения», характеризуя их «как цепь подвижных точек, отделенных друг от друга меньшими или большими, но всегда одинаковыми промежутками времени, трактуемыми как «лаги», то есть задержки. Эти точки, как предполагается, движутся все вместе вдоль календарной оси, причем каждая из них рассматривается как средство выражения содержания предмета, поэтому значения их изменяются при изменении данных».

Модели обратной связи выводят нас за пределы области простых причинно-следственных отношений — причина и следствие, возбудитель и ответ, — в результате чего понятие периода ответа в этих более сложных моделях заметно утрачивает ясность [28, 29]. Суть этого, иного, объяснения показана Маруямой [102] на примере роста города как расширенной модели неуправляемых процессов обратной связи.

Между многочисленными подсистемами любой сложной системы существуют взаимные причинно-следственные отношения и работают многие контуры обратной связи. На рис. 1 [из 102: тождественную картину процесса экономического развития см. у Кункеля, 90] показаны параметры различных подсистем внутри города. Стрелки указывают на направление влияния, а знак плюс означает, что изменения происходят в том же самом направлении: если A увеличивается, то же самое делает B , если A уменьшается, B тоже уменьшается. Контуры, очерчиваемые стрелками, представляют собой причинные воздействия или неуправляемую обратную связь, где изменение любого параметра подсистемы вызывает изменение в других подсистемах, так что последствия изменения вновь передаются на само воздействие. Так, например, в

контуре $P \rightarrow M \rightarrow C \rightarrow P$ увеличение численности населения вызывает увеличение модернизации, которая в свою очередь увеличивает приток людей, вследствие чего происходит дальнейший рост населения. Наоборот, начальное уменьшение населения привело бы, конечно, к его дальнейшему уменьшению. Любое отклонение, возникшее в связи с тем, что подсистема, в которой случилось изменение,

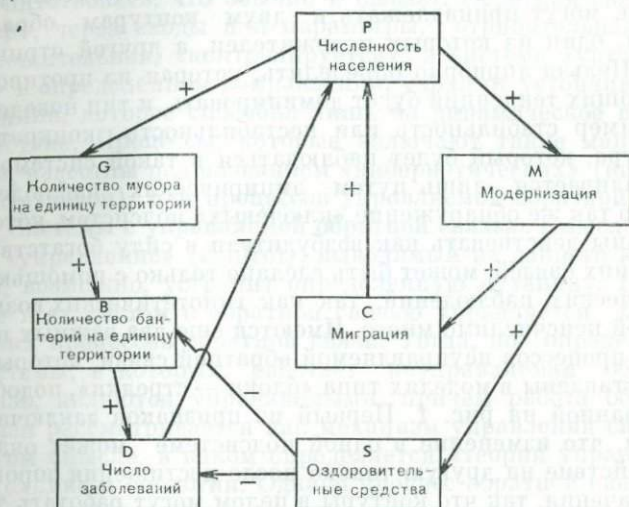


Рис. 1. Изменение численности населения города (по Maruyama, 1963, 176).

функционирует также и в другой системе, либо же вызванное случайно, автоматически накапливается в таком контуре положительной обратной связи. Контур $P \rightarrow G \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow P$ является гомеостатическим. Из-за отрицательного взаимодействия между количеством заболеваний и количеством людей увеличение численности населения связано с контуром причинных зависимостей, противодействующих заболеваемости и нейтрализующих уменьшение населения; влияние последнего ведет к росту населения и т. д. Таким образом, состояние этой частной группы подсистем устойчиво, хотя, конечно, компенсирующие влияния возникают не тотчас же, что обуславливает колебания. Нужно также отметить, что два негативных влияния гасят друг друга и, «в общем, контур с равным числом отрицательных влияний

усиливает отклонение, а контур с нечетным числом отрицательных влияний противодействует отклонению» [102], хотя стабильность последнего контура зависит как от количества, так и от направления изменений.

В городской системе, показанной на рис. 1, ни гомеостаз, ни морфогенез не преобладают сколько-нибудь заметно. Отдельные подсистемы, например подсистема населения, могут принадлежать к двум контурам обратной связи, один из которых положителен, а другой отрицателен. Нельзя априорно определить, которая из противодействующих тенденций будет доминировать, и тип поведения, например стабильность или нестабильность конкретного контура, который будет наблюдаться в такой системе, устанавливается лишь путем эмпирических наблюдений. Точно так же обнаружение «ключевых» подсистем, которые обязаны действовать как возбудители в силу богатства их внешних связей, может быть сделано только с помощью эмпирических наблюдений, так как гипотетических возможностей неисчислимо много. Имеются еще два важных признака процессов неуправляемой обратной связи, которые не представлены в моделях типа «блоки — стрелки», подобных показанной на рис. 1. Первый из признаков заключается в том, что изменение в одной подсистеме может оказать воздействие на другую только после достижения порогового значения, так что контуры в целом могут работать только пульсируя, прерывисто. Второй обусловлен тем, что целые контуры могут изменять свой генетический характер лишь во время развития процесса.

При дальнейшем рассмотрении феномена обратной связи можно обнаружить процесс, при котором влияния передаются по контуру и воздействуют на первоначальный вход, причем соотношения между парами подсистем остаются постоянными на фоне этого процесса. Такой тип обратной связи известен как «обратная связь через вход». Но может случиться так, что в развитии процесса меняются сами соотношения между парами подсистем; такой тип обратной связи известен как «обратная связь через параметры» [122]. Обратная связь через параметры, способствующая движению от морфогенеза к гомеостазу, обычна в социальных системах, потому что она неизбежный результат ограниченной гибкости компонентов подсистем, которая в свою очередь является следствием того, что они работают более чем в одной системе. Вообще говоря, сама

природа социальных систем ведет к тому, что процесс неуправляемой обратной связи, начавшийся под влиянием экзогенного возбудителя, станет в конце концов, если он долго остается ненарушенным, отрицательным, по мере того как система переходит от морфогенеза к гомеостазу. Но эту тенденцию можно остановить сознательными манипуляциями в системе. Движению процессов неуправляемой обратной связи в направлении к «равновесию» [87] можно препятствовать, что обычно и бывает. Обратная связь, все равно, через входы или параметры, отрицательная или положительная, «контролируется», и система «управляется» в определенном направлении, уходя от устойчивого состояния, которое способно лишь на динамическое взаимодействие. Процессы, которые включают такие манипуляции, известны под названием «кибернетических» (кибернетик-рулевой), или процессов управляемой обратной связи.

Системы с управляемой обратной связью. Смысл термина «управление» (control), выводимый из данного контекста, возможно, устранил определенную путаницу. Поведение всех систем с обратной связью управляется работой самих процессов обратной связи. Тогда, по определению, системы, в которых работает неуправляемая обратная связь, являются управляемыми, причем работа обратной связи рассматривается как механизм управления системой в том смысле, в каком определяется «теория управления» в технике и биологии. Однако процесс обратной связи, как таковой, может управляться и сознательной манипуляцией с взаимодействиями между подсистемами, осуществляемой особой подсистемой в системе. Такие подсистемы управления обратной связью требуют наличия минимум трех компонентов. Эти компоненты показаны на блок-схеме рис. 2. *Воспринимающий элемент (детектор, или рецептор)* чувствителен к состоянию переменных или параметров системы, которые должны управляться, и передает получаемую им информацию об их состоянии *регулятору* (управляющему), или *селектору* (отборщику), или *аппарату управления*, который делает выбор между двумя или более возможными ответами системы на основе информации, полученной от датчика, и *предпочтения*, или *внутренних тестовых параметров*, самого регулятора. Это предпочтение, конечно, соотносимо с целью системы — действительно, Саймон [132] определяет цели скорее как «предпосылочные значения, которые могут служить в качестве входов для ре-

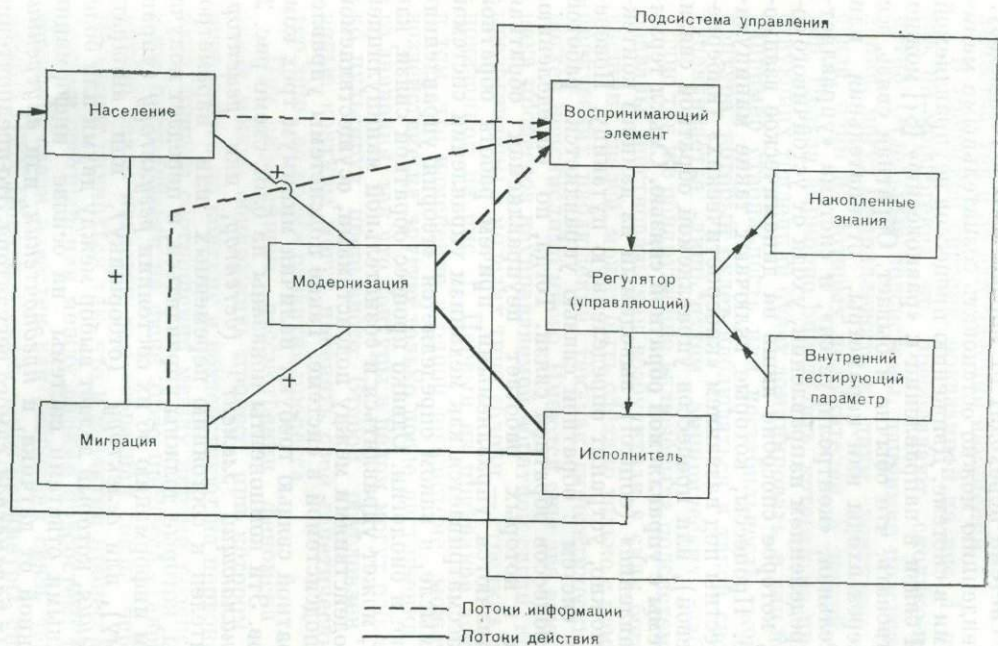


Рис. 2. Компоненты обратной связи подсистемы управления.
Толщина линий потоков пропорциональна степени полноты информации и эффективности действия.

шений», нежели как какое-то будущее состояние, к которому система должна идти, понукаемая управляющим. На основе информации, полученной от воспринимающего элемента о возбудителе, действующем на систему, и используя накопленные знания, управляющий составляет проекты возможных последствий воздействия данного возбудителя на поведение системы и сопоставляет эти проекты с целями, оценивая их соответствие. На основе решений, принятых по результатам сопоставления, управляющий передает информацию *исполняющему элементу*, который способен произвести изменение в состоянии системы, что также воспринимается рецептором. Результаты произведенных изменений воспринимаются и затем оцениваются управляющим с целью определения: дала ли предпринятая акция желаемые результаты. Непрерывная обратная связь через подсистему управления руководит системой, и в течение этого процесса восприятия, оценки, решения и акции управляющий «учится», как наилучшим образом направить систему к целевым состояниям и как наилучшим образом понять, какой именно возбудитель обеспечит изменение целевого состояния к ситуации, которая более точно приблизит систему к достижению цели.

Если для описания процесса используется модель управляемой обратной связи, то, чтобы оценить эффективность целепоискового поведения, то есть успешность контроля за управляемой системой, направляющего ее по нужной траектории в соответствии с ее внутренними тестовыми параметрами, можно ввести многие связанные с этим понятия.

«Мы можем оценить эффективность процесса обратной связи по числу и масштабу совершенных ошибок, то есть по степени присущей ей саморегуляции при достижении своей цели. Если число ошибок последовательно увеличивается, а не уменьшается, то цель, конечно, вообще не будет достигнута: система перейдет в последовательность возрастающих колебаний и может разрушиться. Произойдет ли это или, наоборот, система успешно достигнет цели через несколько все уменьшающихся ошибок, зависит от взаимных соотношений между четырьмя количественными факторами» [53]. Ими являются:

1. *Нагрузка* (load) на систему, характеризующая степень и скорость изменений целевого состояния системы, которые вызываются экзогенно генерируемыми возбудите-

лями. Чем больше возбудителей, тем больше нагрузка, которая эквивалентна *напряжению* по определению, данному Миллером [104] и приведенному выше.

2. *Задержка (lag)*, или период ответа кибернетической системы; определяется как время, проходящее от момента получения информации воспринимающим элементом до исполнения соответствующего шага исполнителем при целепоисковом поведении.

3. *Приращения (gain)* системы, или количество изменений поведения, которые являются следствиями воздействия возбудителя, модифицированного управлением.

4. *Руководство (lead)* кибернетической системы; отражает способность управителя предсказывать будущие изменения цели систем на основе информации, которую он постоянно получает от рецептора. Каждый из четырех указанных аспектов поведения системы определяется восприимчивостью рецептора к возбудителям и к результатам корректирующей акции, а также его коммуникативной способностью, внутренними тестовыми параметрами, или системой оценки управляющего элемента, его восприимчивостью, степенью исторических знаний и, наконец, способностью исполнителя повлиять на поведение различных подсистем системы. Модель процесса с управляемой обратной связью дает нам каркас для строго научного изучения «поведенческих» аспектов изменения. Но надо подчеркнуть, что это возможно только при постановке задач, включающих априорное предположение о целенаправленности или целях системы.

Применение принципов системных изменений в географии

Легко установить, что многие терминологические неологизмы, недавно появившиеся в географической литературе, заимствованы, по крайней мере частично, из литературы по теории систем и многие понятия теории систем стали уже ходячими в географии и смежных областях исследования. Во многих последних географических работах сущность изменения исследуется в форме возбудитель — процесс — ответ.

Широко используются в географии также термины «морфогенез», «гомеостаз» и «устойчивое состояние», хотя их аналитические выражения пока еще не стремились

найти. Термины «гомеостаз» и «устойчивое состояние» пришли в географию городов прямо из литературы по общей теории систем, безнадежно переплетенные с теорией информации, которая в свою очередь принесла «на хвосте», что оказывается неизбежно в науке, понятие энтропии [119]. Исследования соотношений в системе ранжирования по размеру с позиций устойчивого состояния, энтропии, теории информации и общей системной теории аллометрического роста и гексагональной иерархии фокусируют внимание в основном на структурных характеристиках городских систем, а не на процессах, работающих внутри них.

Возможно, что теория центральных мест или другие обобщающие концепции, которые описывают гексагональную иерархию и аллометрический рост, подразумевают работу обратной связи, но если явной демонстрации таких процессов не предшествуют указания на устойчивое состояние и гомеостаз в системах, то неизбежным результатом будет неопределенность и путаница. С точки зрения общей теории систем такая эмпирическая аналитическая точность может быть нерелевантна [119], но системный подход к вопросу изменений фокусирует внимание на процессе, и в этом контексте терминологические новации используются без должного основания.

Если введение вышеуказанной терминологии предшествовало строгому научному применению принципов, лежащих в основе морфогенеза, гомеостаза и устойчивого состояния, то широкое использование понятия неуправляемой обратной связи, обычно именовавшейся «кумулятивной причинностью», «порочными циклами», или «круговой причинностью», предшествовало использованию самого термина. Манипуляции с моделями гравитации, теорией центральных мест и другими формализованными понятиями процессов простого действия и динамического взаимодействия как объяснениями наблюдаемого поведения привело географов к анализу компонентов подсистем управления. Анализ управления обратной связью использовался во всех областях географии, но только в области городского планирования [99] его принципы были непосредственно заимствованы из теории систем.

Это краткое вступление об использовании понятий теории систем в географии позволяет сделать несколько выводов. Во-первых, налицо слабая корреляция между широким проникновением терминологии из области теории систем и

строгим научным использованием ее принципов, «холостое» использование терминологии, примером чего может служить использование термина обратной связи преимущественно в качестве объяснительного инструмента, а не для описания основной исследуемой задачи в условиях, когда термины сами по себе содержат множество тончайших оттенков значений, очень немногие из которых имеют аналитическую ценность.

Во-вторых, как ни парадоксально, но многие понятия теории систем уже использовались в географии без сопутствующего жаргона и без очевидного прямого заимствования из литературы по теории систем. О том, что это возможно и должно было случиться, свидетельствует замечание Хейгена [67], заметившего, что, по мере того как растет понимание функциональных соотношений в какой-то части реальной действительности, изучаемой конкретной академической дисциплиной, эта дисциплина «постепенно и спотыкаясь заново открывает понятия, относящиеся к методу, который давно был открыт в других дисциплинах». Если это так, то напрашивается естественный вопрос, выиграют ли географические исследования от того, что их содержание будет недвусмысленно выражено в понятиях и терминах теории систем? По многим причинам на этот вопрос может быть дан утвердительный ответ.

1. Такая явная формулировка в терминах теории систем автоматически подразумевает широкий спектр вопросов, задающихся о реальном мире. Можно было бы возразить, что на этом уровне использование любого теоретического аппарата мало отличается от подхода с позиций «здравого смысла», но историк экономики Кокран [39] утверждает, что «различие между применением хорошо структурированной группы связанных понятий и интуитивным следованием здравому смыслу зачастую неуловимо. Преимущества, вытекающие из более рафинированных приемов, могут проявиться главным образом в более упорядоченном изображении действительности и определенности заключений. Но даже этого преимущества было бы достаточно для оправдания системного подхода при учете зигзагообразных колебаний истории». Берри [9] и Мабогандж [7] пошли дальше в своих заключениях относительно полезности теории систем, указывая, что ее использование не только подтверждает плодотворность пути эмпирических исследований, но также фокусирует внима-

ние на ряде тех аспектов реальной действительности, связи между которыми не поддаются объяснению с позиций существующих теоретических представлений.

2. Работа Мабоганджа, как и работа Вёрнерида [137], подтверждает также аргументацию Бекстера (цит. Ганом [66]), утверждавшего, что «с помощью этого подхода (то есть используя теорию систем в качестве аналитического аппарата) отдельные фрагменты наших исследований дополнят наши представления и будут способствовать «привнесению» полезных сведений. Мабогандж показывает, как модели гравитации и теории передачи информации и поведения людей могут быть увязаны аппаратом теории систем. Аналогично модель процесса управляемой обратной связи позволяет осуществить интеграцию многих «фрагментов исследования» проблем потоков информации, восприятия и поведения.

3. Если подойти к вопросу более узко, с точки зрения изучения лишь проблем географии, теория систем, возможно, принесет наибольшую пользу своими тремя моделями процесса, которые, конечно, сильно разнятся как по степени абстрагирования от реальной действительности, представляемой ими, так и по отражению трех различных и взаимно исключающих типов процессов в этой реальной действительности. Потенциально это может сделать важный вклад в предмет изучения.

4. Возможно, что наиболее важный вклад системного подхода в изучение проблемы изменений в географии человека состоит в том, что он побуждает к более тщательному рассмотрению аналитической значимости сущностей, которые условно рассматривались в качестве единицы исследования и о которых делались причинные заключения. Никакая теория не может быть сколько-нибудь ценной, если она не соотнесена с некоторым уровнем обобщения (генерализации), на котором существует некоторая степень целостности. Часто наблюдавшееся пренебрежение этим триумфом было бы невозможным, если бы причинный анализ осуществлялся в понятиях теории систем.

Все указанные потенциально существующие преимущества реальны и очевидны, однако нельзя избежать серьезного вопроса, могут ли быть понятия теории систем, и в частности модели процесса, реально рабочими. Уже подчеркивалось, что полное понимание поведения систем не может быть достигнуто на базе диаграммы типа «бло-

ки — стрелки». Только в том случае, если в модель будут введены эмпирические данные, можно будет множество возможных форм поведения свести к пропорциям, поддающимся обработке, протестировать поведение систем и сделать некоторые прогнозы относительно их будущего поведения. Если теории нельзя операционализировать, ес-

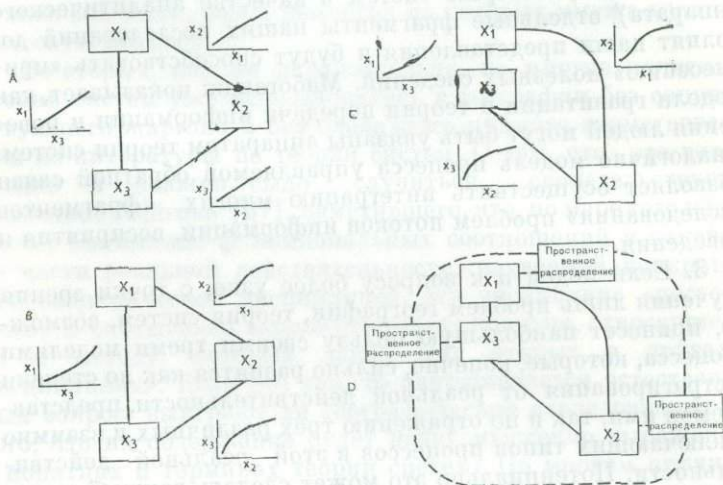


Рис. 3. Последовательность операций в использовании моделей простых систем.

А — линейные функциональные соотношения между подсистемами; В — нелинейные функциональные соотношения между подсистемами; С — нелинейные соотношения с изменяющимся временем запаздывания; D — нелинейные соотношения (графы опущены для ясности), изменяющие время запаздывания и пространственное размещение изменений переменных.

ли они не могут быть «сформулированы таким образом, который позволит... (оценить)... их критерием эмпирической очевидности» [16], ценность таких теорий резко падает.

Известен ряд способов математического выражения таких соотношений. Наиболее часто используемым, в частности лицами без математического образования, и легко понимаемым является метод, при котором содержание модели типа «блок — стрелка» переводят в алгебраическую запись как основу для операций вычисления [116, 110, 131]. Более сложные методы включают конверсию диаграмм

«блок — стрелка» и «графы — потоки сигналов», «которые формируют интегральную часть... теории графов» и обеспечивают «значительно большую степень проникновения в суть поведения системы, чем достигаемую с помощью более простых алгебраических манипуляций» [115]. Могут быть также использованы описания «фазового пространства» в соответствии с правилами топологии и другими мощными средствами математического анализа [112, 131, 135]. Мы не ставим здесь задачу ознакомить читателя с обширной областью математической теории систем, которая охватывает исследование операций, эконометрику и большие разделы математической биологии и техники. Наша цель — просто проиллюстрировать базовые проблемы, связанные с практическим использованием моделей процессов внутри систем, и сделать это настолько возможно просто. В связи с этим мы сосредоточим внимание на возможности математической формализации отношений обратной связи, на наличии полных данных и возможности всестороннего определения компонентов системы. Рассмотрим одну причинную цепочку (контур), изображенную на рис. 3А, — это часть более сложной модели городской системы, показанной на рис. 1. «Вывод», который напрашивается при анализе этой цепочки, состоит в том, что увеличение или уменьшение, скажем, населения зависит от улучшения или ухудшения условий жизни, что является причиной увеличения или уменьшения миграции, которая в свою очередь вызывает дальнейшее увеличение или уменьшение количества населения. Эту простую модель можно сделать рабочей путем вычисления коэффициентов регрессии различных соотношений подсистем в эмпирическом примере, как показано на рис. 3А. Они затем могли бы быть выражены в виде дифференциального уравнения или разностным уравнением. Но для того, чтобы завершить эту оценку, требуется *независимая* переменная: мы должны знать, что процесс был начат в какой-то фиксированный момент времени экзогенно генерированным воздействием на одну из подсистем системы. Возможность такого воздействия (толчка) явно вытекает из того факта, что каждая из подсистем одновременно функционирует также и в других системах.

Гипотезу возникновения экзогенного толчка построить нетрудно. Но при анализе с какого-то произвольно выбранного момента времени такого процесса с уже работа-

ющей обратной связью, обнаружить такой толчок (возбудитель) трудно. Из-за соотношений обратной связи, возможно, и не существовало полностью экзогенных возбудителей.

Предположим, однако, что в процессе миграции населения возник такой возбудитель в момент времени $t-1$. Тогда в момент времени t

$$X_{1t} = a_1 + b_{13} + X_{3t-1} + U_{1t}, \quad (1a)$$

$$X_{2t} = a_2 + b_{21}X_{1t} + U_{2t}, \quad (1б)$$

$$X_{3t} = a_3 + b_{32}X_{2t} + U_{3t}, \quad (1в)$$

которые решаются к виду

$$X_{1t} = A_1 + b_{13}b_{32}b_{21}X_{1t-1} + (U_{1t} + U_{2t-1} + U_{3t-1}) \quad (2)$$

[см. 13]. В сложной цепи, если соотношения линейны, они могут быть свернуты в одно уравнение этого типа. Таким образом, значение X_1 в момент времени t равно постоянной регрессии плюс его значение в момент времени $(t-1)$, модифицированное коэффициентами, отражающими его соотношение с X_2 и X_3 и взаимосвязь между этими двумя переменными, плюс остаточные члены уравнения. Если число отрицательных знаков четное или равно нулю, тогда $b_{13}b_{32}b_{21}X_1(t-1)$ будет положительным, и эта положительная обратная связь даст увеличение в области X_1 как результат предшествовавшего увеличения. Это может быть выведено, конечно, и из диаграммы потоков, в которой даны направления соотношений. Однако математическое решение, кроме того, показывает еще и степень происходящего накопления, определяя меру стабильности системы. Если численное значение произведения коэффициентов регрессии превышает единицу, тогда начальное изменение одного элемента обеспечит все большие возрастания вплоть до «самоизживания» системы или до состояния, когда изменение функциональных соотношений в модели сделает уравнение бессмысленным. Если же значение произведения коэффициентов регрессии меньше единицы, тогда последовательные изменения X_1 становятся все меньше и меньше и система в конце концов стабилизируется, причем длительность релаксации непосредственно соотносится со значением $b_{13}b_{32}b_{21}$. При отрицательной обратной связи увеличение в момент времени t должно служить причиной уменьшения в момент времени $t+1$, за которым будет следовать увеличение в

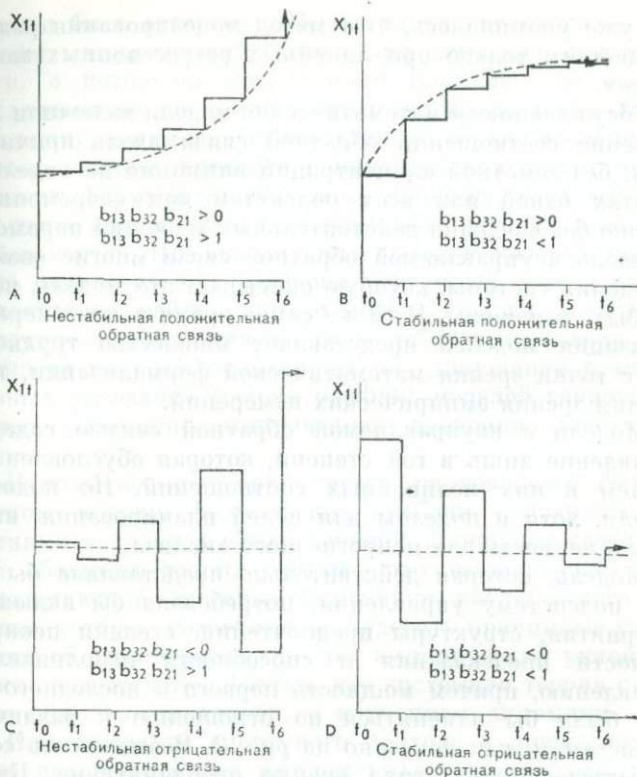


Рис. 4. Типы состояний обратной связи для дифференциального уравнения $X_{1t} = A_1 + b_{13} b_{32} b_{21} X_{1t-1}$ (по Blalock, 1969, 82).

момент времени $t+2$ и так далее. Если отрицательное произведение коэффициентов регрессии превысило единицу, усиление колебаний также привело бы систему к уничтожению (разрушению). При значении, меньшем единицы, система приобрела бы тенденцию к стабильности. (Эти варианты показаны на рис. 4.)

Таким образом, можно обнаружить много интересных свойств систем с обратной связью, если предположить, что одна переменная, в нашем случае X_{3t-1} , независима. Но это «очень сильное допущение» [13], и, в общем, автокорреляция среди содержащих ошибку членов уравнений может весьма затруднить их использование. Более того,

как уже упоминалось, этот метод моделирования реально осуществим только при линейных регрессионных зависимостях.

Обсуждавшиеся математические модели включили лишь изучение соотношений обратной связи вдоль причинной цепи, без заметной концентрации внимания на отдельных деталях одной или всех подсистем как «переменных». Однако без введения действительных значений параметров в модель неуправляемой обратной связи многие свойства поведения системы, которую описывает эта модель, не могут быть выяснены. В то же самое время такая операционализация моделей представляет множество трудностей как с точки зрения математической формализации, так и с точки зрения эмпирических измерений.

Модели с неуправляемой обратной связью содержат управление лишь в той степени, которая обусловлена наличием в них нелинейных соотношений. Но подобные модели, хотя и полезны для целей планирования, имеют малую ценность для непрогнозного анализа.

Модель, которая действительно представляла бы полную подсистему управления, потребовала бы включения восприятия, структуры предпочтения, степени неопределенности предсказания и способности исполнителя к управлению, причем мощность первого и последнего должна была бы изменяться по отношению к различным подсистемам, как показано на рис. 2. Возможность создания моделей этого типа крайне проблематична. Блелок [17] заметил, что изучение такой степени управления даже на концептуальном уровне находится пока еще в начальной стадии и что, хотя «рассматриваемые процессы обратной связи являются крайне генерализованными», их специфике должно быть уделено «пристальное внимание, чтобы иметь возможность разработать действительно ценные методы изучения». Однако даже на концептуальном уровне работа управления в системах того масштаба, которые обычно являются предметом изучения в географии, устрашающе сложна.

Итак, трудности исследования моделей систем, которые лишь затушевываются при упрощении представлений о процессе, показывают, что ликование, сопровождавшее по временам изложение системного подхода в географической литературе, было неуместным. Но это не означает, что данный способ познания реальной действительности

должен быть отвергнут. Несмотря на необходимость решения математических задач при изучении моделей систем, с которыми большинство географов не способно справиться на должном уровне, теория систем находится вне конкуренции по обеспечиваемому ею наиболее полному методу анализа процесса изменения; она может придать нужную форму изучению этого процесса, направляя в то же самое время поиск в сторону обнаружения причинных зависимостей. Правда, по части выводов, которые не могут быть окончательно проверены, системный подход мало отличается от любого другого метода анализа, о чем красноречиво свидетельствуют годы дебатов по поводу достоверности моделей, основанных на допущении о «прочих равных условиях» (*ceteris paribus*) моделей равновесия и непосредственного эмпирического изучения действительности.

Использование теории систем не вовлекает фатально ученого в гущу философских проблем, связанных с понятиями подобия и общей теорией. Лишенная своей спорной оболочки, теория систем — это эмпирический метод, предлагающий способы объяснения наблюдаемого поведения, которые позволяют исследовать причинные утверждения об этом поведении. Этот эмпирический уклон неизбежно задается тем фактом, что системная теория связана с диахронным анализом, с изучением динамики.

Использование системного подхода в причинном анализе включает много фундаментальных проблем, но эти проблемы не более сложны, чем те, которые возникают при попытках проанализировать изменения с помощью любого другого метода. Правда и то, что модели процессов внутри систем часто запутанны и сложны, особенно в том случае, если они содержат понятие управляемой обратной связи; причем это относится и к системам, более простым по своей сути и более мелкомасштабным, чем системы, обычно рассматриваемые в географии. Тем не менее модели систем служат наиболее мощным (из всех существующих) средством для осуществления причинного анализа процесса изменения. Если при использовании этого метода обнаруживается трудность истолкования процесса географических изменений в терминах теории систем, то это отражает уровень сложности задач, рассматриваемых в географии человека, а не непригодность моделей систем в качестве инструмента анализа.

21. Brookfield H. C., On the environment as perceived, In: Board C., Chorley R. J., Haggett P., Stoddart D. R., editors, «Progress in geography», 1969, I, 51—80.
22. Buck R. C., On the logic of general behavior systems theory, «Minnesota Studies in the Philosophy of Science», 1956, I, 223—38.
23. Buckley W., Sociology and modern systems theory, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1967, 227 p.
24. Bunge W., Theoretical geography, Lund Studies in Geography, Series C., General and Mathematical Geography I, Lund: Gleerup. 1962, 208 p.
25. Bunge W., Geographical dialectics, «Professional Geographer», 1964, 14(4), 28—29.
26. Bunge W., Simplicity, «Geographical Analysis», 1969, I, 388—91.
27. Campbell D. T., Common fate, similarity, and other indices of the status of aggregates of persons as social entities, «Behavioral Science», 1958, 3, 14—25.
28. Carlsson G., Change, growth and irreversibility, «Journal of American Sociology», 1967—8, 73, 706—14.
29. Carlsson G., Response inertia and cycles: a study in macro-dynamics, «Acta Sociologica», 1968, II, 125—43.
30. Carter H., The growth of the Welsh city system, Cardiff: University of Wales Press, 1969, 27 p.
31. Casetti E., Why do diffusion processes conform to logistic trends?, «Geographical Analysis», 1969, I, 101—5.
32. Chapin F. S., Activity systems and urban structure: a working scheme, «Journal of the American Institute of Planners», 1965, 34, 11—18.
33. Chapin F. S., Some experimental work on activity systems and location models, «Planning Outlook New Series», 1966, I, 7—16.
34. Chapin F. S., Hightower H. L., Household activity patterns and land use, «Journal of the American Institute of Planners», 1965, 31, 222—31.
35. Chardin P. T., The phenomenon of man, New York: Harper., 1959, 319 p.
36. Chisholm M. D. I., General systems theory and geography, «Transactions of the Institute of British Geographers», 1967, 42, 45—52.
37. Chisholm M. D. I., In search of a basis for location theory: micro-economics or welfare economics? In: Board C., Chorley R. J., Haggett P., Stoddart D. R., editors, «Progress in geography», 3, 1971, III—34.
38. Chorley R. J., Haggett P., Models, paradigms and the new geography. In: Chorley, R. J., Haggett, P., Editors, «Models in geography», London: Methuen, 1967, 19—41.
39. Cochran T. C., The inner revolution: essays on the social sciences in history. New York: Harper and Row, 1964, 187 p.
40. Colenutt R. J., Building models of urban growth and spatial structure. In: Board C., Chorley R. J., Haggett P., Stoddart D. R., editors, «Progress in geography», 1970, 2, 109—52.
41. Conacher A. J., Open systems and dynamic equilibrium in geomorphology: a comment, «Australian Geographical Studies», 1969, 7, 153—8.

42. Cowan T. A., On the very general character of equilibrium systems, «General Systems Yearbook», 1963, 8, 125—8.
43. Crowe P. R., Review of Board C., Chorley R. J., Haggett P., Stoddart D. R., editors, «Progress in geography», 1, 1969, «Geography», 1970, 55, 346—7.
44. Curry L., The random spatial economy: an exploration in settlement theory, «Annals of the Association of American Geographers», 1964, 54, 138—46.
45. Curry L., Chance and landscape. In: House, J. W., editor, «Northern geographical essays in honour of G. H. J. Daysh», University of Newcastle upon Tyne: Department of Geography, 1966, 40—55.
46. Curry L., Central places in the random spatial economy, «Journal of Regional Science», 1967, 7 (2), (Supplement), 217—38.
47. Curry L., A 'classical' approach to central place dynamics, «Geographical Analysis», 1969, 1, 272—82.
48. Darby H. C., Historical geography, In: Finberg H. P. R., editor, Approaches to history: a symposium, London: Routledge and Kegan Paul, 1962, 127—56.
49. Darwent D. F., Growth poles and growth centres in regional planning — a review, «Environment and Planning», 1969, 1, 5—32.
50. Davis R. C., The domain of homeostasis, «Psychological Review», 1958, 65, 8—13.
51. Dechert C. R., The development of cybernetics, In: Etzioni A., editor, A sociological reader on complex organizations, London: Holt, Rinehart and Winston, 1970, 103—17.
52. Desai M., Some issues in econometric history, «Economic History Review», 2nd Series, 1968, 21, 1—16.
53. Deutsch K. W., The nerves of government: models of political communication and control, New York: The Free Press of Glencoe, 1963, 316 p.
54. Downs R. M., Geographic space perception: past approaches and future prospects. In: Board C., Chorley R. J., Haggett P., Stoddart D. R., editors, «Progress in geography», 1970, 2, 65—108.
55. Easton D., Limits of the equilibrium model in social research, «Behavioral science», 1956, 1, 96—104.
56. Eisenstadt S. N., Social change, differentiation and evolution, In: Demerath N. J., Peterson R. A., editors, System change and conflict, New York: The Free Press, 1967, 213—39.
57. Eisenstadt S. N., Theories of social and political evolution and development, In: The social sciences: problems and orientations. The Hague: Mouton Unesco, 1968, 178—91.
58. Ekström A., Williamson M., System theory and transportation, In: The urbanization process, University of Göteborg: Department of Human and Economic Geography, 1969 (Mimeo.), (Unpaginated.).
59. Forrester J. W., Urban dynamics, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1969, 285 p.
60. Friedman M., The methodology of positive economics, In: Friedman, M., Essays in positive economics, University of Chicago Press, 1935, 3—43.

61. Friend J. K., Hunter J. N. H., Multi-organisational decision processes in the planned expansion of towns, «Environment and Planning», 1970, 2, 34—54.
62. Fullerton B., Geographical inertia in the service industries — an example from northern England, In: J. W. House, editor, Northern geographical essays in honour of G. H. J. Daysh, University of Newcastle upon Tyne: Department of Geography, 1966, 157—77.
63. Gerard R. W., Entitation, animorgs and other systems, In: Mesarovic M. D., editor, Views on general systems theory, New York: Wiley, 1964, 119—24.
64. Godelier M. M., Objets et méthodes de l'anthropologie économique, «l'Homme», 1965, 5 (2), 32—91.
65. Gouldner A. W., Reciprocity and autonomy in functional theory, In: Emerath N. J., Peterson R. A., editors, System, change and conflict, New York: The Free Press, 1967, 141—69.
66. Gunn B., Applying a systems perspective to marketing motivation, «British Journal of Marketing», 1969, 3, 18—31.
67. Hagen E. E., Analytical models in the study of social systems, «The American Journal of Sociology», 1961, 67, 144—51.
68. Haggett P., Locational analysis in human geography, London: Edward Arnold; New York: St Martin's Press, 1965, 339 p.
69. Hall A. D., Fagen R. E., Definition of system, «General Systems Yearbook», 1956, 1, 18—26.
70. Harsanyi J. C., Explanation and comparative dynamics in social science, «Behavioral Science», 1960, 5, 136—45.
71. Hartshorne R., Perspective on the nature of geography, Chicago: Rand McNally, 1959, 201 p.
72. Harvey D. W., Models of the evol. of spat. patt. in human geogr. In: Chorley Haggett, Ed., Models in geography London, 1967(a).
73. Harvey D. W., Models in geography, London: Methuen, 1967(a), 549—608. Editorial introduction: the problem of theory construction in geography, «Journal of Regional Science», 1967(b), 7, (2), (supplement), 211—16.
74. Harvey D. W., Explanation in geography, London: Edward Arnold; New York: St. Martin's Press, 1969, 521 p.
75. Helmfriid S., editor, Morphogenesis of the agrarian cultural landscape, Papers of the Vadstena Symposium at the 19th International Geographical Congress, published as Geografiska Annaler, 1961, 43 (1—2), 328 p.
76. Hicks J., A Theory of economic history, Oxford: Clarendon Press, 1969, 181 p.
77. Hudson J. C., Diffusion in a central place system, «Geographical Analysis», 1969, 1, 45—58.
78. Johnson R. A., Kast F. E., Rosenzweig J. E., The theory and management of systems, New York: McGraw-Hill, 1963, 350 p.
79. Katz D., Kahn R. L., Common characteristics of open systems. In: Emery F. E., editor, Systems thinking, Harmondsworth: Penguin Books, 1969, 86—104.
80. Keeble D. E., Models of economic development. In: Chorley R. J., Haggett P., editors, Models in geography, London: Methuen, 1967, 243—302.

81. Keeble D. E., Local industrial linkage and manufacturing growth in outer London, «Town Planning Review», 1969, 40, 164—88.
82. Kellett J. R., The impact of railways on Victorian cities, London: Routledge and Kegan Paul, 1969, 467 p.
83. King L. J., Locational analysis: and overview, «East Lakes Geographer», 1966, 2, 1—16.
84. Klir J., Valach M., Cybernetic modelling, London: Iliffe Books, 1967, 437 p.
85. Kremyanskiy V. I., Certain peculiarities of organisms as a «system» from the point of view of physics cybernetics and biology, In: Emery F. E., editor, Systems, thinking, Harmondsworth: Penguin Books, 1969, 125—46.
86. Krumme G., Notes on locational adjustment patterns in industrial geography, «Geografiska Annaler», 1969, 51B, 15—19.
87. Kuhn A., The study of society: a multidisciplinary approach, London: Associated Book Publishers, 1966, 810 p.
88. Kula W., On the typology of economic systems, In: The Social Sciences: Problems and Orientations, The Hague: Mouton Unesco, 1968, 108—144.
89. Kunkel J. H., Some behavioral aspects of systems analysis, «Pacific Sociological Review», 1969, 12, 12—22.
90. Kunkel J. H., Society and economic growth: a behavioral perspective on social change, New York: Oxford University Press, 1970, 368 p.
91. Kunkel J. H., Garrick M. A., Models of man in sociological analysis, «Social Science Quarterly», 1969, 50, 136—52.
92. Lachene R., Networks and the location of economic activity, Papers of the Regional Science Association (Ghent Meeting), 1965, 183—96.
93. Lancaster K., Mrs. Robinson's dynamics, «Economica New Series», 1960, 27, 63—70.
94. Lasuen J. R., On growth poles, «Urban Studies», 1969, 6, 137—61.
95. Lipsey R. G., An introduction to positive economics, London: Weidenfeld and Nicolson, Second edition, 1966, 874 p.
96. Lowry I. S., A model of metropolis, Rand Memorandum RM-4035-RC, 1964, 135 p.
97. Mabogunje A. L., Systems approach to a theory of rural and urban migration, «Geographical Analysis», 1970, 2, 1—18.
98. Mack R. P., Ecological processes in economic change: models, measurement and meaning, «American Economic Review», 1968, 58 (2), 40—54.
99. McLoughlin J. B., Urban and regional planning: a systems approach, London: Faber and Faber, 1969, 331 p.
100. McLoughlin J. B., Webster J. N., Cybernetic and genera system approaches to urban and regional research: a review of the literature, «Environment and Planning», 1970, 2, 369—408.
101. Marble D. F., Nystuen J. D., An approach to the direct measurement of community mean information fields, «Papers and Proceedings of the Regional Science Association», 1962, II, 99—109.
102. Maruyama M., The second cybernetics: deviation-amplifying mutual causal processes, «American Scientist», 1963, 51, 164—79.

103. Mesarović M. D., Foundations for a general systems theory. In: Mesarović M. D., editor, Views on general systems theory, New York: Wiley, 1964, 1—24.
104. Miller J. G., Towards a general theory for the behavioral sciences, «American Psychologist», 1955, 10, 513—31.
105. Miller J. G., Living systems: basic concepts, «Behavioral Science», 1965(a), 10, 193—237.
106. Miller J. G., Living systems: structure and process, «Behavioral Science», 1965(b), 10, 337—379.
107. Miller J. G., Living systems: cross level hypotheses, «Behavioral Science», 1965(c), 10, 380—411.
108. Mills C. W., Grand theory, In: Demerath N. J., Peterson R. A., editors, System, change and conflict, New York: The Free Press, 1967, 171—83.
109. Milsum J. H., Biological control systems analysis, New York: McGraw-Hill, 1966, 466 p.
110. Milsum J. M., Positive feedback, Oxford: Pergamon Press, 1968, 169 p.
111. Morrill R. L., Pitts F. R., Marriage, migration and the mean information field: a study in uniqueness and generality, «Annals of the Association of American Geographers», 1967, 57, 401—22.
112. Myrdal G., Economic theory and underdeveloped regions, London: Duckworth, 1957, 168 p.
113. Pask G., An approach to cybernetics, London: Hutchinson, 1961, 128 p.
114. Popper K. R., The poverty of historicism, London: Routledge and Kegan Paul, 1961, 166 p.
115. Porter A., Cybernetics simplified, London: English Universities Press, 1969, 159 p.
116. Pred A. R., Industrialization, initial advantage, and American metropolitan growth, «Geographical Review», 1965, 55, 158—85.
117. Pred A. R., Behavior and location, part I, «Lund Studies in Geography, Series B, Human Geography», 1967, 27, Lund: Gleerup, 128 p.
118. Pred A. R., Behavior and location, part II, «Lund Studies in Geography, Series B, Human Geography», 1969, 28, Lund: Gleerup, 152 p.
119. Rapoport A., The promise and pitfalls of information theory, «Behavioral Science», 1956, I, 303—9.
120. Rapoport A., Mathematical aspects of general systems analysis, In: The Social Sciences: Problems and Orientation, The Hague: Mouton Unesco, 1968, 320—34.
121. Rashevsky N., Looking at history through mathematics, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1968, 199 p.
122. Rosen R., Optimality principles in biology, London: Butterworth, 1967, 204 p.
123. Rosenberg N., The direction of technological change: inducement mechanisms and focussing devices, «Economic Development and Cultural Change», 1969, 18, 1—24.
124. Rothstein J., Thermodynamics and some undecidable physical questions, «Philosophy of Science», 1964, 31, 40—48.
125. Rushton G., The scaling of locational preferences. In: Cox K., Gollidge R. G., editors, Behavioral problems in

- geography, a symposium, «Northwestern University, Department of Geography, Studies in Geography», 1969(a), 17, 197—227.
126. Rushton G., Temporal changes in space (preference structures, «Proceedings of the Association of American Geographers», 1969(b), I, 129—32.
 127. Ryan A., The philosophy of the social sciences. London: Macmillan, 1970, 249 p.
 128. Samuelson P. A., Dynamic process analysis, In Ellis H. S., editor, A survey of contemporary economics, Philadelphia: Blakiston, 1948, 352—87.
 129. Sauer C. O., The morphology of landscape, «University of California, Publications in Geography», 1925, 2, 19—54.
 130. Shackleton G. L. S., A scheme of economic theory, Cambridge University Press, 1965, 209 p.
 131. Siljak D. D., Nonlinear systems: the parameter analysis and design, New York: Wiley, 1969, 618 p.
 132. Simon H. A., On the concept of organizational Goal, In: Etzioni A., editor, «A sociological reader on complex organizations», New York: Holt, Rinehart and Winston, 1970, 158—74.
 133. Somerhoff G., The abstract characteristics of living systems. In: Emery F. E., editor, «Systems thinking», Harmondsworth: Penguin Books, 1969, 147—204.
 134. Stoddart D. R., Organism and ecosystem as geographical models, In: Chorley R. J., Haggett P., editors, «Models in geography», London: Methuen, 1967, 511—548.
 135. Thom R., Topological models in biology, «Topology», 1969, 8, 313—35.
 136. Vance J. E., The merchant's world: the geography of wholesaling, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1970, 167 p.
 137. Wärneryd O., Interdependence in urban systems, Göteborg: Regionkonsult Aktiebolag, 1968, 176 p.
 138. Webber M. M., Order in diversity: community without propinquity, In: Wingo L., editor, «Cities and space, the future use of urban land», Baltimore: Johns Hopkins Press, 1963, 23—54.
 139. Whitehead D., The English industrial revolution as an example of growth, In: Hartwell R. M., editor, The industrial revolution, Oxford: Blackwell, 1970, 3—27.
 140. Wilson A. G., Research for regional planning, «Regional Studies», 1969, 3, 3—14.
 141. Woldenberg M. J., Berry B. J. L., Rivers and central places — analogous systems?, «Journal of Regional Science», 1967, 7, 129—39.
 142. Wolpert J., The decision process in spatial context, «Annals of the Association of American Geographers», 1964, 54, 537—58.
 143. Wolpert J., Behavioral aspects of the decision to migrate, «Papers and Proceedings of the Regional Science Association», 1965, 15, 159—69.
 144. Wolpert J., The basis for stability of interregional transactions, «Geographical Analysis», 1969, I, 153—80.
 145. Wood P. A., Industrial location and linkage, «Area», 1969, 2, 32—9.
 146. Zipf G. K., Human behavior and the principle of least effort. New York: Hafner, 1965, 564 p.

Оптимальный подход к установлению системы районов¹

Дуглас Амедео

Региональную модель дискриминантного анализа можно построить таким образом, чтобы она включала неклассифицированные элементы (наблюдения) и позволяла сгруппировать их в однородные районы (кластеры) на основе оценки их признаков и других относящихся к ним критериев². Такие дискриминантные модели можно использовать для того, чтобы обнаружить и распознать глубинную региональную структуру изучаемой территории. Однако, чтобы построить модель, наделенную указанными свойствами, нужны определенные сведения о том, как «ведет» себя дисперсия в выделяемых районах, о целях исследования и накладываемых на него ограничениях. В данной работе будут строго рассмотрены именно эти сопутствующие вопросы, а не более общая задача построения региональной модели дискриминантного анализа.

Сперва мы остановились на том, как «ведет» себя суммарная дисперсия при более детальном районировании («дискриминации»). Если мы исходим из того, что региональная структура содержит множество районов, то задача об определении «Района k » в пределах этого множества нерасторжимо связана с анализом «поведения» суммарной дисперсии (по рассматриваемому параметру) при повторных и все более дробных («дискриминирующих») районированиях. Таким образом, если в принципе нашей целью

¹ Amedeo D., An optimization approach to the identification of a system of regions, Reg. Science Assoc., «Papers», vol. 23, 1969, p. 25—44.

² Изучаемые территории обычно подразделяют с помощью различных методов на более мелкие, которые служат своего рода опорными единицами. Ими могут быть такие административные единицы, как графства, тауншипы и т. п. В этой статье мы будем называть такие более мелкие подразделения единицами размещения (*location unit*).

при определении «Района k » является минимизация суммарной дисперсии, то одновременно мы должны рассмотреть «поведение» дисперсии.

В абстрактном смысле цель сведения к минимуму суммарной дисперсии при районировании представляется удовлетворительной и может быть полезна при уточнении других аспектов региональной проблемы. Однако практически при региональном планировании и других подобных работах мы сталкиваемся с проблемами издержек исследования, бюджета и с задачей обеспечения благосостояния; поэтому мы обсудим также вопрос о связи этой задачи с обнаружением и распознаванием глубинной региональной структуры (а также с попытками выделять «Район k » в пределах этой структуры) ¹.

Под районом мы понимаем в этой работе множество из единиц размещения, однородных по своим количественным показателям, относящихся к конкретному ряду явлений. Однородность района характеризуется дисперсией его единиц размещения относительно выбранной меры, например средней величины. Под региональной структурой (pattern) мы понимаем множество, включающее все районы изучаемой территории, которые, обладая внутренней однородностью, заметно отличаются друг от друга. Термин «обнаружение» (detection) будет означать здесь процесс объединения неклассифицированных единиц размещения в районы, а «распознавание» (recognition) — процесс определения фактической, или глубинной, структуры изучаемой территории. Соответственно «дискриминантной» мы будем называть модель, построенную с целью обнаружить и распознать глубинную региональную структуру изучаемой территории.

Дискриминантный анализ и распознавание районов

Допустим, что существует модель дискриминантного анализа, которая позволяет обнаружить множество из районов (то есть региональную структуру), специфическое по

¹ Такие термины, как «существующий», «глубинный» и «фактический», относятся к полному осуществлению намеченной цели в условиях заданных ограничений. Конкретные цели, как и конкретные ограничения, предстоит определять каждому исследователю.

отношению к некоторому набору наблюдений; допустим, что эта модель позволяет также отнести любые новые наблюдения к соответствующим районам данного множества. Из такой постановки задачи вытекает вопрос: «Какой вид имеет функция, определяющая любой данный район в множестве районов, обнаруженном с помощью модели дискриминантного анализа?» Одно из следствий такого подхода — задача о верхнем и нижнем пределе числа районов в множестве, которая обычно возникает при любом районировании. Допустим, например, что мы хотим провести районирование на основе некоторого набора наблюдений, которым соответствуют значения некоторого параметра x_1 ; каким будут тогда верхний и нижний пределы числа районов, установленных при этом? Выразимся

яснее — сколько должно быть районов, обнаруженных при такой попытке районирования? С другой стороны, подобные вопросы побуждают выяснить, каким образом «Район k » распознается или выделяется среди всех других районов данного множества.

Чтобы определить функцию, позволяющую выделить «Район k » (далее мы будем обозначать его через R_k), возьмем гипотетический набор наблюдений, который можно представить графически, связав каждое наблюдение со значениями двух переменных x_1 и x_2 (ради наглядности мы ограничимся числом переменных $n=2$, благодаря чему наши рассуждения можно будет иллюстрировать графиками (см. рис. 1).

Тогда появляется возможность определить район R_k (где $k=1, 2$), как $R_k = \{L_i | L_i \in \text{«кластера» } k, \text{ для которого классификация: «кластер» } k=1 \text{ и «кластер» } k=2 \text{ минимизирует } TD = \sum_{i=1}^m \overline{L_i P_1} + \sum_{i=m+1}^n \overline{L_i P_2}\}$. Здесь m — число наблюдений в R_1 , $n-m$ — число наблюдений в R_2 , P_k — «средняя точка» в «кластере» k , а L_i — единица размещения или наблюдение и TD — суммарное расстояние, или суммарное отклонение, от среднего.

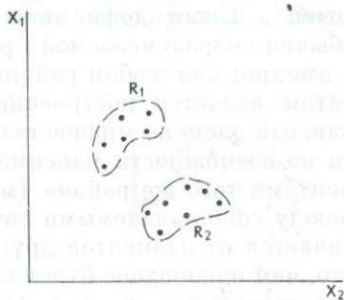


Рис. 1

В понятийном смысле это определение утверждает, что R_k оказывается распознанным или точно установленным, когда при любом районировании суммарное расстояние оказывается минимальным при заданных ограничительных условиях, причем под суммарным расстоянием понимается сумма сумм (по отдельным районам) внутрирайонных отклонений единиц размещения относительно средних точек¹. Такая дефиниция согласуется с общей целью, обычно подразумеваемой при построении системы районов, а именно: при любом районировании желательным результатом является построение такой системы районов, где каждый элемент множества в пределах района оказывается по возможности максимально сходным с другими элементами того же района (мерой чего является расстояние между сопоставляемыми точками) и возможно больше отличается от элементов других районов. Интуитивно ясно, что, чем однороднее будет каждый из выделенных районов в региональной системе, тем меньше окажется мера суммарного расстояния и тем отчетливее можно будет распознать каждый район (то есть он выявляется с тем большей точностью).

Ради удобства за меру количественной оценки наблюдений — x_1 и x_2 — приняты две координаты эвклидова пространства. Таким образом, за меру измерения сходности принято эвклидово расстояние. Разумеется, оно не обязательно является мерой сходности во всех исследованиях — допустимы меры любого рода.

Исходя из приведенной выше функции для выделения района мы можем (при условии, что никакие два наблюдения не имеют одинаковой количественной оценки) свести суммарное расстояние к нулю, приняв, что каждое наблюдение представляет особый район. В этом случае каждое наблюдение является и своим собственным средним, следовательно, сумма расстояний между отдельными наблюдениями и их среднее обращается в нуль. Суммирование по каждому району дает тогда нулевое суммарное расстояние, удовлетворяя критерию минимизации в исходном определении (если только на него не наложены дополнительные ограничения). Таким образом, задача уста-

¹ Можно было бы использовать и любую иную меру тяготения к центру. Нами было выбрано среднее значение, поскольку его легко установить, а также рассчитать.

новления точной региональной структуры решена. Однако такое решение, когда каждое наблюдение оказывается и своим средним, не является ни полезным, ни содержательным для определения генерализованной региональной структуры, или картины.

Случай, когда каждое наблюдение рассматривается как отдельный район в системе районов, являет собой нижний предел при построении системы районирования. Верхним

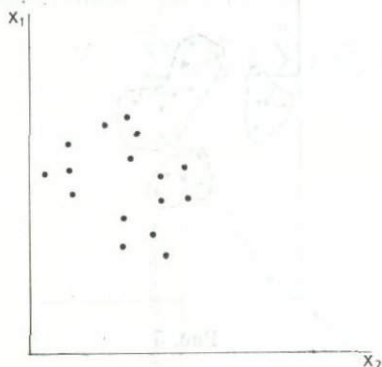


Рис. 2

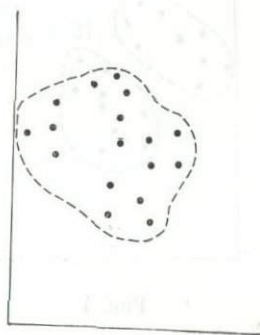


Рис. 3

пределом является региональная структура, состоящая из одного района. В целом такая ситуация тоже затрудняет обнаружение региональной структуры, поскольку большей частью суммарное расстояние (суммарное отклонение) при этом оказывается очень большим, а однородность в пределах района минимальна. С другой стороны, легко можно представить ситуацию, в которой подразделение одного района на несколько (то есть более детальное районирование) не уменьшит «существенно» суммарное расстояние. Но в таком случае достаточно и «выделения» одного района. Примером может служить «кластер» очень тесно расположенных наблюдений: стандартное отклонение для этого случая будет совсем мало. Однако неправоподобно, чтобы в реальных условиях часто встречалась ситуация одного района. Чаще всего исследователю предстоит решать, насколько он должен уменьшить суммарное отклонение, а тем самым какое число районов он выделит. Такое решение не является вполне независимым.

Так, например, на рис. 2 представлен ряд наблюдений, количественно оцениваемых по двум переменным: X_1 и X_2 .

Рис. 3 иллюстрирует случай, когда все эти наблюдения отнесены к одному району. Сумма «расстояний» между точками наблюдений составляет здесь, как и ее среднее значение, 37,17. Поскольку систему образует только один район, то и суммарное расстояние равно 37,17¹. Факти-

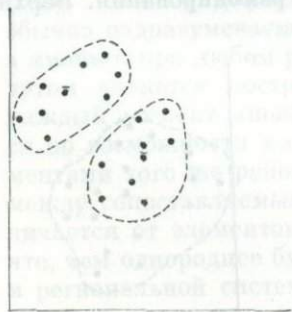


Рис. 4

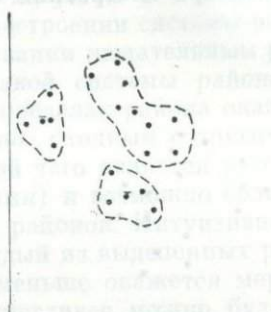


Рис. 5

чески в такой модели, используемой для районирования, вообще нет «дискриминации». Если мы примем, что наблюдения хотя бы частично отличаются друг от друга, то очевидно, что суммарное расстояние можно уменьшить, проводя дальнейшее районирование. Результатом, конечно, будет структура с более чем одним районом и возросшей однородностью в пределах района. Рис. 4 иллюстрирует случай более детального районирования при выделении двух районов. Здесь сумма «расстояний» и их среднее составляет для R_1 13,85, а для R_2 13,27. Следовательно,

¹ Для расчета суммарного расстояния (то есть суммарного отклонения) была составлена программа, на входе которой были единицы размещения, оцениваемые по двум независимым переменным. Региональные структуры, содержащие различное число районов, задавались так, что программа не выдавала образец какой-либо «наилучшей» региональной структуры, а лишь позволила вычислить суммарное расстояние для каждой рассмотренной структуры. В частности, программа определяла среднее для каждого района в отдельности и рассчитывала отклонения относительно этого среднего. Сумма этих отклонений для каждого района затем суммировалась для всех районов системы, определяя суммарное отклонение или, как сказано здесь, суммарное расстояние.

суммарное расстояние при таком районировании составляет

$$\sum_{i=1}^n \overline{L_i \bar{P}_1} + \sum_{j=1}^m \overline{L_j \bar{P}_2} = 27,12.$$

Если, исходя из этих же наблюдений, провести районирование с выделением трех районов (рис. 4), то суммарное расстояние будет равно

$$\sum_{i=1}^n \overline{L_i \bar{P}_1} + \sum_{j=1}^m \overline{L_j \bar{P}_2} + \sum_{k=1}^l \overline{L_k \bar{P}_3} = 21,31.$$

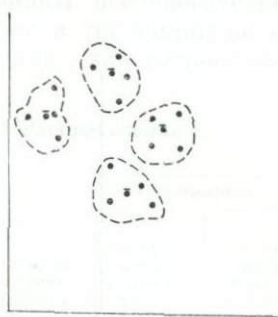
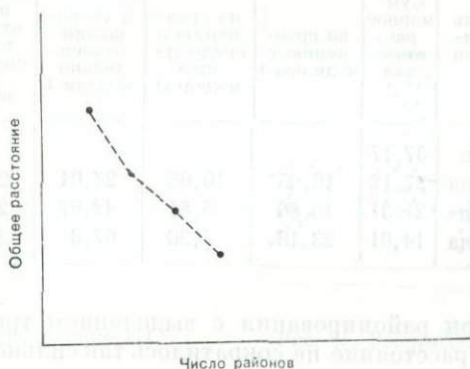


Рис. 6

Рис. 6 иллюстрирует более детальное районирование с выделением четырех районов и суммарным расстоянием 14,01.

Связь носит здесь обратный характер, хотя она и не обязательно линейна: при увеличении детальности районирования суммарное расстояние сокращается. Отсутствие линейной зависимости отчетливо предстает, если проследить за сокращением суммарного расстояния на каждом этапе увеличения числа районов. Так, сокращение суммарного расстояния при переходе от модели одного района к модели двух районов (см. табл. 1) составляет 10,05, или

Таблица 1

Модель районирования	Суммарное расстояние	Сокращение суммарного расстояния			
		по сравнению с моделью 1	по сравнению с предыдущей моделью	% сокращения относительно модели 1	% сокращения относительно предыдущей модели
1 район	37,17				
2 района	27,12	10,05	10,05	27,04	27,04
3 района	21,31	15,86	5,81	42,67	21,42
4 района	14,01	23,16	7,30	62,3	34,26

27,04%. При районировании с выделением трех районов суммарное расстояние не сократилось так сильно (21,42%),

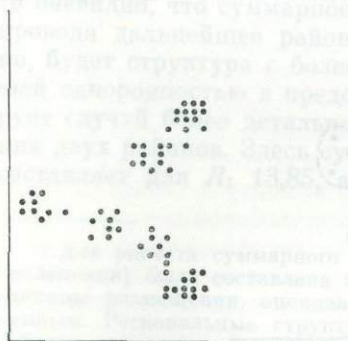


Рис. 7а. Распределение I.

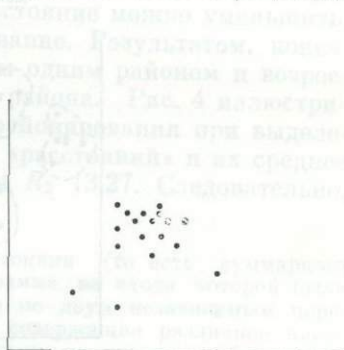


Рис. 7б. Распределение II.

как при переходе к двум районам. Однако при еще более дробном районировании (модель с 4 районами) суммарное расстояние сократилось более чем вдвое по сравнению с

моделью одного района, а дополнительное сокращение (при переходе от трех районов к четырем) составило 7,30, или 34,26%.

По той же методике мы обработали другие распределения точек, последовательно классифицируя их на региональные структуры с одним, двумя, тремя и, наконец, четырьмя районами (см. рис. 7а, 7б, 8а и 8б).

Таблицы 2—5 отражают уменьшение суммарного расстояния, связанное с большей детальностью классификации в точечных распределениях I—IV. В двух случаях

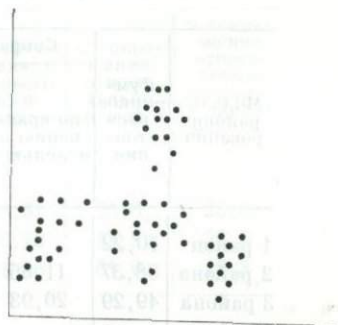
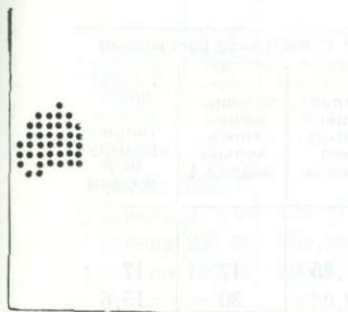


Рис. 8а. Распределение III.

Рис. 8б. Распределение IV.

(табл. 2 и 5) очевидны последовательное уменьшение суммарного расстояния и тенденция ко все меньшим его изменениям по мере того, как региональные модели при-

Таблица 2

Распределение I.

Модель районирования	Суммарное расстояние	Сокращение суммарного расстояния			
		по сравнению с моделью 1	по сравнению с предыдущей моделью	% сокращения относительно модели 1	% сокращения относительно предыдущей модели
1 район	557,10	207,17	207,17		
2 района	349,93	322,98	115,81	37,2	37,2
3 района	234,12	358,45	35,47	58,0	33,1
4 района				64,3	15,2

ближаются к существующей региональной структуре. Там же, где подразделение точечного распределения на все более мелкие районы явно неоправданно, указанная особенность выражена далеко не так отчетливо. Так, региональная классификация распределений II и III на четыре района неоправдана. И фактически, что иллюстрирует табл. 4, нет логических оснований относить точечное распределение III к какой-либо иной структуре, чем состоя-

Таблица 3
Распределение II.

Модель районирования	Суммарное расстояние	Сокращение суммарного расстояния			
		по сравнению с моделью 1	по сравнению с предыдущей моделью	% сокращения относительно модели 1	% сокращения относительно предыдущей модели
1 район	70,22				
2 района	58,37	11,85	11,85	17	17
3 района	49,29	20,93	9,08	30	15,6
4 района неправдоподобны					

Таблица 4
Распределение III

Модель районирования	Суммарное расстояние	Сокращение суммарного расстояния			
		по сравнению с моделью 1	по сравнению с предыдущей моделью	% сокращения относительно модели 1	% сокращения относительно предыдущей модели
1 район	93,75				
2 района	71,91	21,84	21,84	23,3	23,3
3 района	66,01	27,74	5,90	29,59	8,2
4 района неправдоподобны					

щей из одного района. В той региональной классификации, которая предусматривала 3 района, уменьшение суммарного расстояния (по сравнению с подразделением на 2 района) было минимальным (от 71,91 до 66,01). В значительной степени сказанное относится и к распределению II. Можно ожидать, что для распределений II и III региональная классификация с одним районом представляет

Таблица 5

Распределение IV

Модель районирования	Суммарное расстояние	Сокращение суммарного расстояния			
		по сравнению с моделью 1	по сравнению с предыдущей моделью	% сокращения относительно модели 1	% сокращения относительно предыдущей модели
1 район	502,29				
2 района	373,48	128,81	128,81	25,6	25,6
3 района	236,70	265,59	136,78	52,9	36,6
4 района	195,64	306,65	41,06	61,0	17,3

«наилучшую» попытку отобразить глубинную региональную структуру.

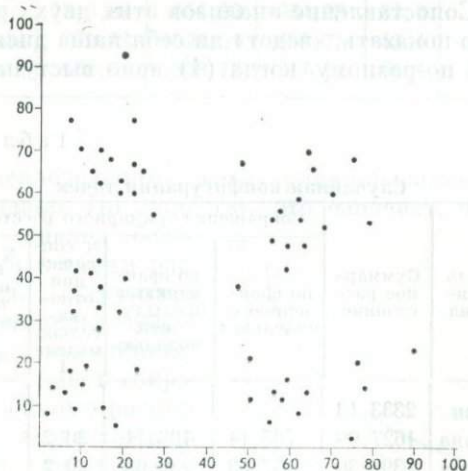


Рис. 9. Случайное распределение.

Чтобы получить лучшее представление о том, как «ведет» себя методика «дискриминации», было построено еще два точечных распределения: одно, характеризующее случайно распределенные наблюдения (рис. 9), и другое, где такие же наблюдения распределены не случайно

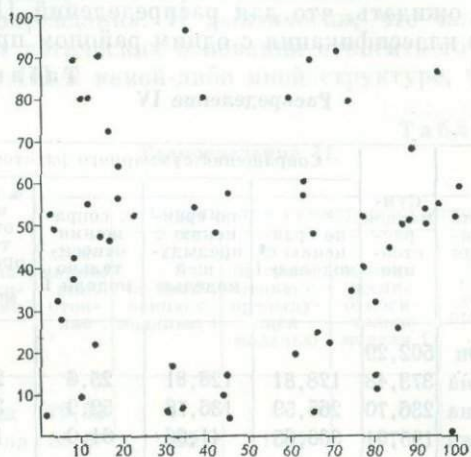


Рис. 10. Неслучайное распределение.

(рис. 10). Сопоставление анализов этих двух распределений должно показать, «ведет» ли себя наша дискриминантная модель по-разному, когда (1) явно выступает глубин-

Таблица 6

Случайная конфигурация точек

Модель районирования	Суммарное расстояние	Сокращение суммарного расстояния			
		по сравнению с моделью 1	по сравнению с предыдущей моделью	% сокращения относительно модели 1	% сокращения относительно предыдущей модели
1 район	2333,13				
2 района	1627,99	705,14	705,14	30,2	30,2
3 района	1395,30	937,83	232,69	40,2	14,3
4 района	1136,79	1196,34	258,51	51,3	18,5

ная региональная структура (то есть распределение точек не случайно) и когда (2) этого нет (случайное распределение). Таблицы 6 и 7 отражают сокращение суммарного расстояния при региональных классификациях этих распределений с последовательно возрастающим числом районов. Кажущуюся тенденцию (та же ситуация обнаруживается и при анализе четырех предыдущих распределений) можно сформулировать следующим образом: когда в заданном распределении явно выражены скопления точек, так что районирование представляется правомерным, то сокращение суммарного расстояния больше, чем для

Таблица 7

Неслучайная конфигурация точек

Модель районирования	Суммарное расстояние	Сокращение суммарного расстояния			
		по сравнению с моделью 1	по сравнению с предыдущей моделью	% сокращения относительно модели 1	% сокращения относительно предыдущей модели
1 район	1970,76				
2 района	1315,83	654,93	654,93	33,2	33,2
3 района	879,12	1091,64	436,71	55,4	33,2
4 района	662,01	1308,75	217,11	66,4	24,7

случая [распределения], когда районирование не может быть оправдано. По существу, это означает, что дискриминантный анализ более чувствителен к таким распределениям, структура которых свидетельствует о региональных изменениях.

Эту тенденцию к сокращению суммарного расстояния при возрастающей детальности районирования (для таких конфигураций, где региональная

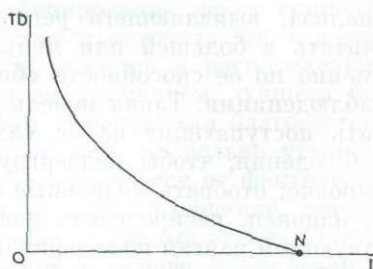


Рис. 11

структура существенна) можно описать с помощью следующего общего соотношения.

Мы будем исходить из дискретной функции, определяющей зависимость суммарного расстояния TD от числа районов I рассматриваемой структуры, причем точке N на графике этой функции будет соответствовать районирование, при котором каждое наблюдение является отдельным районом (рис. 11). Так как эта функция ≥ 0 и монотонно убывает, а эмпирические работы свидетельствуют о ее вогнутой форме, мы можем в качестве первого приближения исходить из гиперболической зависимости, то есть считать, что

$$TD(I) = \frac{C_1}{I} - C_2, \text{ причем}$$

$$1 \leq I \leq N, \text{ где } I - \text{целое число.}$$

Так как суммарное расстояние равно нулю, когда региональная структура содержит число районов, равное числу наблюдений, то

$$TD(N) = \frac{C_1}{N} - \frac{C_1}{N} \text{ или}$$

$$TD(I) = C_1 \left(\frac{1}{I} - \frac{1}{N} \right).$$

При любой системе районирования суммарное расстояние может быть уменьшено, если при построении системы районов рассматривать более тонкие различия между наблюдениями. И если цель районирования состоит в сведении суммарной дисперсии к минимуму при заданных ограничениях, то, чем более тонкие различия удастся при этом установить между наблюдениями, тем ближе мы окажемся к поставленной цели. Модель дискриминантного анализа, выявляющего региональную структуру, можно считать в большей или меньшей мере «чувствительной» именно по ее способности обнаруживать различия между наблюдениями. Такая модель должна быть способной сличить поступающие на ее «вход» неклассифицированные наблюдения, чтобы подвергнуть их «естественной» группировке; отобрать модальные элементы («средние» точки) и, наконец, распределить новые наблюдения по соответствующим рангам классификации, согласно некоторой принятой мере дисперсии наблюдений. По существу, на «выходе» такой модели должна находиться распознанная

структура, отраженная в имеющихся данных и представленная в виде функции, определенной в соответствии с целью исследования при заданных ограничениях.

Соображения об «издержках» при районировании

С разработкой и использованием модели, обнаруживающей и распознающей региональные структуры, тесно связан вопрос об издержках. Под термином «издержки» здесь понимаются те затраты денег и времени, которые связаны с обнаружением и распознаванием глубинной региональной структуры, выраженной в рассматриваемой статистической популяции, а также издержки, связанные с решениями, принятыми исходя из предполагаемой региональной структуры, которая, однако, не соответствует реально существующей.

Затраты денег и времени, связанные с попытками обнаружить и распознать искомую структуру (все равно — пространственную или какую-нибудь иную) представляют собой обычные затраты и включают расходы на разработку и эксплуатацию модели дискриминантного анализа. В частности, они включают затраты денег и времени на сбор и обработку данных, нужных для рассматриваемой задачи, на разработку эффективной модели дискриминантного анализа, на интерпретацию и представление полученных данных, а также издержки на определение и обеспечение хозяйственной политики, вытекающей из уже установленной системы районов.

Издержки, которые проистекают из решений, принятых на основании неправильно установленной региональной структуры, обычно разнообразны, сказываются в течение длительного времени и затрагивают «благополучие» населения, особенно если районирование носит социально-экономический характер. Чтобы отличать эти издержки от обычных затрат на обнаружение и распознавание региональной структуры, мы за неимением лучшего будем называть их в дальнейшем «издержками благополучия». Эти издержки зависят от того, насколько установленная региональная структура отличается от фактически существующей, и от того, насколько для решений, принятых на региональной основе, важна сама эта основа. Пусть, например, районирование лежит в основе планирования и полученная нами региональная структура должна отра-

зять существующие территориальные различия социально-экономического характера в рассматриваемой статистической совокупности. Установленная региональная структура может «значительно» отличаться от существующей в том смысле, что она не согласуется с критерием минимизации дисперсии в пределах каждого района (при заданных ограничениях задачи). В таком случае решения, затрагивающие планирование, размещение объектов и распределение ресурсов, вряд ли будут «наиболее эффективными» или «наиболее содержательными» по сравнению с теми решениями, которые следовало бы принять, будь бы глубинная региональная структура известна. Вряд ли и последствия таких решений окажутся желательными, имея в виду, что долговременное влияние планирования на жизнь может не соответствовать тому, что было бы запланировано, если бы существующая региональная структура была известна. Мы полагаем, что если районы используются как элементы структуры, устанавливаемой по наблюдениям, и лежат в основе планирования, то отдельные части каждого района (если региональная структура состоит более чем из одного района) должны быть как можно более однородны и как можно сильнее отличаться от отдельных частей любого другого района той же структуры. Таким образом, эффективность решений, принимаемых по отношению к каждому району намеченной региональной системы, зависит от того, в какой мере наши представления о природе каждого данного района применимы к отдельным его частям. Если планирование установленной системы районов требует различных решений для каждого района, то очевидно, что отдельные части любого района этой системы должны отличаться от отдельных частей других районов, чтобы принятие различных решений было оправданно.

Описанные два основных типа издержек следующим образом влияют на функцию, определяющую «Район i »: при выявлении и (или) распознавании существующей на изучаемой территории региональной структуры обычные затраты ставят предел той степени однородности районов, которой можно будет достичь при районировании; издержки же благосостояния определяют ту степень однородности каждого района, которую надо обеспечить в разрабатываемой региональной системе, чтобы она была адекватна существующей региональной структуре. Согласно

определению, существующая региональная структура всегда удовлетворяет критерию минимальной дисперсии в пределах каждого района рассматриваемой системы (при заданных ограничениях). Поэтому, чтобы удовлетворить указанному критерию в разработанной региональной структуре, издержки «переводятся» на язык суммарного расстояния, или функции отклонения, таким образом, чтобы в суммарном расстоянии разработанной системы районов доля каждого района была минимальна. Этот минимум будет представлять здесь нечто иное, чем в тривиальном случае, когда каждое наблюдение принимается за отдельный район. Если такая минимизация достигнута, то однородность районов будет близка к тому, что «диктуют» издержки благосостояния (то есть издержки благосостояния будут минимизированы) — с учетом ограниченности времени и денег, отпущенных на это дело (то есть обычных затрат).

Очевидно, что более «дискриминирующая» модель анализа будет иметь более сложную номенклатуру и потребует большего времени и затрат на обнаружение региональной структуры, чем более простая модель. Поскольку такую модель дороже разработать и эксплуатировать, чем простую, то легко представить, что каждое сокращение суммарного расстояния чаще всего будет связано с новыми издержками. Значит, чем более однородные районы мы хотим получить (чего косвенно требуют издержки благосостояния), тем больше окажутся необходимые для этого обычные издержки. Таким образом, чтобы минимизировать издержки благосостояния, суммарное расстояние приводится к минимуму, подчиненному отпущенным на это дело обычным расходам. Из двух описанных типов издержки благосостояния более «значимы» и менее определены, чем обычные затраты на обнаружение существующей региональной структуры изучаемой территории. Тем не менее издержки благосостояния, хотя, как правило, и неопределены, приближаются к минимуму, когда значение суммарного расстояния минимизировано (при заданных ограничениях), так как в этом случае каждый район региональной системы в наибольшей степени однороден. Издержки обычных затрат влияют на сокращающееся суммарное расстояние, поскольку изучаемая структура подразделяется на большее число более однородных районов лишь в том случае, когда выгоды, проистекающие

от такого подразделения, окажется больше, чем обычные затраты, необходимые для выполнения этой работы.

Поэтому при любом районировании степень желаемой однородности (то есть сокращения суммарного расстояния) районов должна оцениваться в зависимости от издержек, связанных с достижением желаемой цели. Так как минимизация суммарного расстояния, доводимая при любом районировании до своего логического предела (то есть до нуля, когда число районов равно числу наблюдений), не является ни полезной, ни содержательной, то на функцию, определяющую R_i , должно быть наложено ограничение, связанное с минимизацией суммарного расстояния. Каждый раз такое ограничение принимает вид численного коэффициента α , который соответствует приращению издержек, связанных с предпринимаемой попыткой сократить (в результате нового районирования) суммарное расстояние. При этом каждое сокращение суммарного расстояния рассматривается как приращение прибыли (за прибыль принимают величину, обратную издержкам благосостояния). Таким образом, каждое решение сократить в ходе районирования суммарное расстояние, чтобы более точно определить или сделать однороднее районы, принимается с учетом того, будет ли приращение прибыли, связанное с таким сокращением, меньше, больше или равно дополнительному приращению издержек α , связанных с этим решением. Поэтому на функцию, определяющую район R_i в ходе минимизации суммарного расстояния, накладывается следующее общее ограничение.

Мы должны продолжать выделять новые районы до тех пор, пока экономия на суммарном расстоянии (или прибыль), связанная с образованием нового района, не станет меньше некоторой величины α , которую мы можем рассматривать как меру издержек на образование нового района¹.

Как видно из табл. 1, модель районирования, предусматривающая обнаружение системы районов (региональной структуры), более чувствительна к структуре, когда выделяется два района, чем в случае, когда структура представляет только один район. Соответствующее сокра-

¹ Следует, однако, отдавать себе отчет в том, что такая функция, как $\Delta TD/\Delta \cos t$ (t — число районов), не всегда будет монотонной функцией.

щение суммарного расстояния (на 10,05, или 27%) значительно. Учитывая первичное распределение наблюдений на рис. 2, этого и следовало ожидать. Такое сокращение вызвано тем, что в модели с большим числом районов отдельные районы оказываются более однородными, чем в модели предыдущего этапа районирования. Что это так, легко заметить, обратив внимание на различия в сумме отклонений для каждого района на рис. 4 (иллюстрирующем случай с двумя районами) и на рис. 3 (случай с одним районом). Допустим теперь, что прибыль, обусловленная большей однородностью районов (суммарное расстояние было сокращено на 10,05) превышает издержки α , затрачиваемые на выделение данной системы районов. Тогда появляется стимул еще больше сократить суммарное расстояние, с тем чтобы получить систему районов, элементы которой еще более однородны, чем в случае с двумя районами (такую попытку иллюстрирует рис. 5, где показана система из трех районов). В нашем примере дополнительное сокращение суммарного расстояния составило 5,81, то есть меньше, чем после выделения двух районов. Если прибыль, связанная с сокращением суммарного расстояния при выделении трех районов, окажется меньше издержек, требуемых при таком районировании, то следует отказаться от попыток более детального районирования (то есть от выделения четырех районов). С другой стороны, если прибыль, связанная с сокращением суммарного расстояния, будет больше издержек соответствующего районирования, то стимул для проведения районирования, более чувствительного к региональной структуре, существует.

Распределение бюджета на исследовательские цели при непостоянном числе районов и переменных

До сих пор нашей целью было определить район R_s так, что $R_s = \{L_i | L_i \in \text{«кластера» } s, \text{ для которого классификация, «кластеры» } 1, 2, \dots, t, \text{ минимизирует } \Sigma L_i \bar{P}_1 + \Sigma L_j \bar{P}_2 + \dots + \Sigma L_k \bar{P}_t = TD\}$. Здесь t — число районов региональной системы, которое определяется сопоставлением издержек и прибыли. Прибыль же рассматривается как величина, обратная издержкам благосостояния, или как

благополучие. В определенной таким образом функции районирования минимизируется суммарное отклонение с целью обнаружить существующую региональную структуру (при ограничениях, накладываемых описанным выше сопоставлением).

В большинстве исследований обнаружение фактической региональной структуры само по себе не является целью; действительная цель состоит в приближенном воспроизведении существующих пространственных соотношений — таком, чтобы любой анализ этих соотношений и принятые на его основе решения оказались возможно более «эффективными» и «содержательными». Специалисты по региональному планированию особенно заинтересованы в такой степени приближения к глубинной региональной структуре, поскольку оно могло бы лечь в основу намечаемого ими планирования. Неудача при выделении и распознавании глубинной региональной структуры может иметь серьезные последствия для населения в пределах территории, подвергающейся планированию. Это связано, разумеется, с тем, насколько региональная структура, разработанная при планировании, отклоняется от фактической картины. Очевидно, что дело именно в этом: ведь, помимо всего прочего, на решения специалиста по региональному планированию о распределении и размещении местных природных ресурсов сильно влияет его мнение о том, что в действительности представляет сейчас собою изучаемая территория. Как бы то ни было, интересы регионального планирования, хотя и специфически заострены, не представляют ничего исключительного, поскольку, как правило, большинство специалистов по региональным проблемам сталкивается со сходными затруднениями в своих исследованиях. Региональные системы редко разрабатываются ради них самих. Обнаружение и распознавание глубинной региональной структуры часто представляет лишь классификационный этап, предваряющий не менее важную аналитическую часть изучаемой проблемы, даже если, как это часто бывает, выявление приближенной глубинной региональной структуры требует немало времени и расходов. Следовательно, в этом аспекте может быть установлена функция, определяющая «благополучие» природы.

Так, например, ранее мы установили, что благополучие можно рассматривать как монотонно убывающую функцию TD , то есть

$$W = g(TD), \text{ где } \frac{dW}{dT} < 0.$$

Такое определение этой функции неявно исходит из того, что анализ суммарного отклонения опирается на некоторую неизменную совокупность переменных или, говоря точнее, на неизменную совокупность характеристик, отражающих некоторые свойства, которые интересуют исследователя. Однако, чтобы получить возможность проводить различие между наблюдениями или единицами размещения (нашими L_i) и благодаря этому обнаружить глубинную региональную структуру, нужно либо иметь достаточное число дифференциальных характеристик для каждого наблюдения, либо удостовериться, что природа наблюдаемых характеристик допускает их эффективную региональную дифференциацию¹. Таким образом, дифференциация единиц размещения (наблюдений) зависит не только от анализа суммарного отклонения данных при неизменной совокупности переменных, но и от того, годится ли эта неизменная совокупность переменных для дифференциации наблюдений.

Следовательно, если обозначить число переменных, используемых для дифференциации единиц размещения, через h , то можно следующим образом заново сформулировать функцию цели регионального анализа:

Максимизировать W , чтобы $W = g(TD, h)$,

$$\text{где } \frac{dW}{dh} > 0.$$

Таким образом, учитывая сказанное, благосостояние представляет не только монотонно убывающую функцию TD , но и монотонно возрастающую функцию h ; его можно увеличить либо уменьшая суммарное отклонение, либо увеличивая число рассматриваемых переменных. Поэтому, если исходить из того, что, выявляя региональную структуру изучаемой территории, исследователь ограничен бюджетом B и руководствуется функцией цели, указанной выше, то при решении задачи возникает возможность взаимно компенсировать изменения ее параметров. То есть когда издержки исследования C равны отпущенному бюд-

¹ Например, некоторые характеристики легко могут подменить интересующие нас параметры.

жету B , исследователь может подбирать различные сочетания параметра h (число рассматриваемых при районировании переменных) и параметра N (число районов, на которые подразделяется множество, составленное из наблюдений). Его задача состоит, разумеется, в том, чтобы найти «наилучшее» сочетание, то есть такое, при котором максимально благосостояние.

Если исследователь тратит весь отпущенный ему бюджет B , то получается определенное сочетание h и N . Он может изменить это сочетание, увеличивая h за счет уменьшения N , либо же уменьшая h и увеличивая N :

$$\frac{\Delta h}{\Delta N} < 0.$$

Так что когда целью анализа является благосостояние при $C = f(h, N)$ и ограничении в виде бюджета B , то мы имеем следующее общее определение для района: $R_1 = \{L_i | L_i \in \text{«кластера» } I, \text{ для которого классификация, «кластеры» } 1, 2, 3, \dots, K \text{ (} K \text{ — число районов) максимизирует } W(TD, h) \text{ при ограничении, что } C \leq B, \text{ где } C = f(h, N)\}$.

Литература

- Bunge William, «Theoretical Geography, Lund Studies in Geography: Series C, General and Mathematical Geography», № 1, Lund: C.W. K. Gleerup, 1962.
- Cline Marlin G., Basic Principles of Soil Classification, «Soil Science», LXVII, February, 1949, № 2.
- Dickinson Robert W., City and Region: A Geographical Interpretation, London: Routledge and Kegan Paul Ltd., 1966.
- Duncan Dubley O., Ray P. Cuzzort, Beverly Duncan, Statistical Geography: Problems in Analyzing Areal Data, Illinois: The Free Press of Glencoe, 1961.
- Haggett P., Locational Analysis in Human Geography, New York: St. Martin's Press, 1965.
- Isard Walter et al., Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science, Cambridge: The M. I. T. Press, 1967.
- Sebestyn G. S., Decision-Making Processes in Pattern Recognition, London: The Macmillan Company, 1962.
- Stone Richard, Mathematics in the Social Sciences and Other Essays, Cambridge: The M. I. T. Press, 1966.
- Wróbel Andrzej, Regional Analysis and the Geographic Concept of Region, «Papers and Proceedings of the Regional Science Association», VIII, 1961, p. 37—41.

Пороговый анализ как инструмент городского и регионального планирования¹

Болеслав Малиш

Введение

Начало пороговому анализу было положено в Польше в 60-х гг. [3]. Он был задуман как инструмент долгосрочных разработок городского развития, которые в соответствии с Законом о региональном планировании Польши от 1961 г. должны были охватить больший по сравнению с «перспективным» (двадцатилетним) период. Методологическая сложность такой разработки связана с трудностями создания программы развития. Они могут быть, однако, преодолены, если рассматривать процесс развития как последовательность дискретных состояний, для которых и анализируется будущая пространственная организация городской территории. Логично допустить, что такие состояния могут быть обнаружены в ситуациях, при которых территориальное расширение города сталкивается с определенными ограничениями. Основные усилия, таким образом, сосредоточиваются на анализе существующих условий развития города в предположении, что они сильно воздействуют на поэтапный процесс развития; однако, несмотря на наличие такого воздействия, существует множество вариантов развития города, которые зависят от самих концепций будущего развития. По этой причине особенно важным представляется количественное выражение параметров всех вариантов для выбора из них наиболее оптимального. Метод, описанный ниже, уже внедрен в практику городского планирования в Польше. Он оказался полезным не только в долгосрочных разработках, но также и для подготовки генеральных планов (застрочных карт) на перспективу в 20 лет. Польский опыт был применен в других странах,

¹ Boleslaw Malisz, Threshold analysis as a tool in urban and regional planning, Papers of the regional science association, vol. 29, 1972 (Eleventh European Congress, Rome, 1971).

например в Шотландии¹. Опыт применения на практике и оценка (главным образом в Польше и Великобритании) действительности порогового анализа помогли его усовершенствовать. В этой статье автор дает общие сведения об основных положениях метода в применении к городскому и региональному планированию.

Понятие «порогов развития» и пороговых издержек

Географическое пространство отличается неоднородностью как природных, так и антропогенных ландшафтов. Это и является причиной различных ограничений в процессе расширения территории городов. Эти ограничения связаны с 1) разнообразием природной среды; 2) существующими системами землепользования; 3) особенностями инфраструктуры; 4) инерцией в развитии существующих структурных элементов города. Пример наиболее очевидных природных ограничений — ситуация города на острове, положим Копенгагена. С ростом населения такого города расширяется и его территория, рост которой, однако, предопределен естественными границами острова. По достижении этого предела прирост населения в городе должен прекратиться, так как в обратном случае увеличивающаяся плотность населения приведет к ухудшению условий жизни. Следует тут же подчеркнуть, что планировщик ни в коем случае не должен ориентироваться на понижение стандартов благоустроенности. Неровности рельефа, заболоченность и многие другие природные черты территории могут в равной степени создать препятствие для расширения города². Правда, подобные ограничения преодолимы, но при этом необходимы дополнительные капиталовложения. Сходные ограничения могут возникнуть и благодаря существующим структурам землепользования. В ряде направлений расширение территории города может быть заблокировано площадями, отведенными под промышленность или высокоинтенсивное сельское хозяйство.

¹ См.: Козловски [2]. Пороговый анализ наиболее полно использован в планах подразделения районов, выполненных Исследовательским отделом планирования Эдинбургского университета (см., например, [4]).

² См. об этом в [5].

Любая система инфраструктуры (транспорт, водоснабжение, канализация и т. д.) имеет определенную, но предельную пропускную способность. По мере роста города в эксплуатацию должны вводиться новые системы или по крайней мере серьезно реконструироваться существующие. Расширение территории города может лимитироваться трудностями, связанными с перестройкой в этом случае его основных структурных элементов, например городского центра (необходимость обеспечения центральными функциями растущего населения города). Все эти ограничения сходны в том, что не являются абсолютными. Каждое из них может быть устранено при условии крупных дополнительных капиталовложений. Это открывает возможность использования новых земель для нужд города и таким образом способствует его дальнейшему росту до тех пор, пока не возникнут новые ограничения. Таким образом, территориальное развитие города имеет ступенчатый, или «пороговый», характер, это не плавный, как это могло бы показаться, но скачкообразный процесс. В графической форме его можно было бы отразить, показав прирост населения на оси X , а капитальные затраты у соответствующих порогов — на оси Y .

Отметим, что пороговые издержки составляют только часть издержек развития. Тем не менее они очень важны для архитектурного планирования, так как именно они определяют будущее местоположение территории города. Общие издержки развития города могут быть для удобства подразделены на две категории. Первую мы назовем «нормальными издержками». Сюда включаются затраты на создание жилого фонда и всех учреждений и служб, необходимых для каждого городского жителя. Иными словами, нормальные издержки зависят от планируемых жизненных стандартов. В странах с плановой экономикой они официально устанавливаются соответствующими органами. Следовательно, нормальные издержки должны повсюду быть одинаковыми и на них не должно влиять конкретное местоположение нового строительства в пределах города. Растущее население будет обеспечиваться удобным жильем со всеми коммунальными удобствами на землях с относительно ровной поверхностью внутри границы первого порога ограничений. Если же граница порога пересекается, то при данных нормальных издержках развитие города на данном участке территории оказывается

нерациональным. Для освоения земель за пределами этого порога нужны новые капиталовложения. Размер этих дополнительных капиталовложений, или расходов, названных «пороговыми издержками», различается в зависимости от особенностей местности. Выделяются две основные формы пороговых издержек. К первой относятся издержки, возникающие, когда пороговые ограничения преодолеваются с помощью единовременных капиталовложений, не имеющих поначалу отдачи, например при строительстве моста, «открывающего» для города новые земли за рекой. Это «скачкообразные» издержки. Вторая форма пороговых издержек имеет возрастающий характер. Такие издержки связаны с ограничением, делающим сооружение каждого нового здания и других объектов более дорогим, что случается, например, когда осваиваются заболоченные или сильно пересеченные земли.

На диаграмме пороговых издержек пороги отмечаются ступенчатыми или восходящими линиями, свидетельствующими о капиталовложениях, позволяющих увеличивать численность населения. Таким образом, каждый вариант возможного развития города может быть отражен пороговой кривой с указанными двумя главными характеристиками, одна из которых дает представление об общей крутизне кривой, а другая — о количестве и степени единовременных вложений капитала. Это позволяет сравнить экономическую эффективность различных вариантов развития городской территории. Чем меньше крутизна и больше плавность кривой (отражающей затраты на душу населения), тем более эффективен данный вариант развития. Для каждой единовременной затраты («ступень» на графике) характерны два противодействующих момента: замораживание капитала до полного использования инвестиции и экономия на размерах. При более детальном анализе эти противодействующие тенденции должны учитываться при оценке затрат, выходящих за рамки пороговых ограничений. Помимо капитальных, должны приниматься во внимание и текущие расходы, поскольку очевидно, что более высокие капитальные затраты подчас способствуют снижению текущих, например по эксплуатации инфраструктуры. Следует особо подчеркнуть, что на определенных стадиях развития город может испытывать очень сильные пороговые ограничения, которые делают дальнейшее территориальное расширение города

практически неосуществимым. Подобный критический порог не обязательно исключает всякий дальнейший рост города; он лишь указывает на необходимость смены тактики градостроительства: рост территории города в целом должен уступить место развитию его отдельных частей. И все же может оказаться более выгодным с экономической точки зрения вариант преодоления и этих пороговых ограничений, чем создание новых структур территориального развития.

Методика порогового анализа

Цель анализа состоит в оценке всех приемлемых вариантов расширения территории города и выборе (путем изучения пороговых ограничений) из них наиболее эффективного. Следует указать, что этот анализ производится без предварительно принятого проекта программы развития, но исходит из допущения об обязательном росте городского пространства в связи с увеличением или по крайней мере повышением жизненных стандартов. На этой ранней стадии процесса планирования главное внимание уделяется анализу направлений и последовательности вовлечения территории в городское строительство. Изучаемая территория должна быть разграничена, причем критерием для такого разграничения служат ежедневные маятниковые миграции населения. Однако в пределах этой территории предметом исследования служат только те ее части, которые отводятся для нужд населения: зоны жилой застройки, зоны обслуживания, незанятые земли. Земли, предназначенные для промышленных целей, в том числе и только запланированные, должны быть исключены из числа изучаемых, так как они могут послужить препятствием (ограничением) для роста города. Такие земли должны в обязательном порядке служить объектом специального изучения. Земли, имеющие природную или историческую ценность или обладающие иными достоинствами, должны предохраняться от экспансии города и также исключаются из числа изучаемых для городского планирования. Границы этих земель должны расцениваться как окончательные и непересекаемые пороговые границы.

Выделенные подобным образом пригодные для расширения города земли исследуются с трех точек зрения:

1) особенностей их природы (физико-географический облик); 2) существующей системы землепользования в плане необходимых или возможных изменений, принимая во внимание возникающие при этом издержки; 3) возможностей создания необходимой инфраструктуры. Во всех трех случаях необходимо найти пороговые ограничения. При этом удобно использовать картограммы, причем не только по трем основным аспектам исследования, но и по их элементам (учет различных черт территории или систем инфраструктуры). На каждой карте следует оконтуривать три категории земель: земли, уже теперь пригодные для городского развития; земли, фактически непригодные для этой цели; земли, занимающие промежуточное положение и требующие определенных улучшений (капиталовложений). Земли первой категории располагаются внутри первой пороговой границы, земли третьей категории находятся вне доступной пороговой границы, а промежуточные земли лежат у соответствующих по рангу (второго, третьего и т. д.) порогов.

Результаты всех этих исследований, сопоставленные на общей карте, могут быть достаточными для определения очередности вовлечения различных участков земли в постадийный процесс расширения города. В более сложных случаях следует прибегать к большей детализации. Она особенно важна, если развитие городской территории может идти в различных направлениях. Сначала должны сравниваться ближайшие к городу участки земли в каждом направлении. Это значит, что должны быть подсчитаны соответственные издержки пересечения порогов, происходящего в случае увеличения численности населения на землях, расположенных в пределах соответствующих пороговых границ. Освоение наиболее выгодных участков, расположенных в пределах первого порога, и составит первую стадию развития. Если город будет расти дальше, то должны быть сравнены и исследованы следующие участки. Между тем может случиться, что участок на одном из направлений, бывших до этого менее выгодными, станет наиболее подходящим на второй стадии развития. Таким образом, пороговый анализ направлен на отыскание наиболее целесообразной очередности включения земель в состав города. Иными словами, итогом анализа является тот путь, по которому будет идти развитие города, или, как часто говорят, стратегия городского развития.

Выводы из порогового анализа

На основе описанного анализа может быть сделан ряд важных выводов. Во-первых, с помощью показателей достоинств различных участков земли можно осуществить выбор наиболее рациональной последовательности, в которой должно происходить расширение территории города. Так возникает стратегия консолидации периферических по отношению к ядру города земель в урбанизированные территории. Очевидно, что пренебрежение пороговыми ограничениями на двух или большем числе участков реально существующей пороговой черты было бы при этом нежелательным. Во-вторых, выявленная последовательность освоения территории может быть в ряде случаев скорректирована. В частности, это позволит избежать неоправданного замораживания капиталовложений. В-третьих, анализ поможет определить уровень (диктуемый количеством населения), выше которого компактный рост города должен стать отчасти деконцентрированным. Наконец, не менее важным является то, что на основе порогового анализа могут быть сделаны заключения, представляющие ценность и для более высокого уровня планирования, например регионального. Подобному анализу могут подвергнуться все города района, что позволит сравнить возможности их развития. Для этого каждый из исследуемых городов должен быть охарактеризован кривыми пороговых издержек, выявляющих наиболее удачные последовательности развития. Сравнивая крутизну и характер («порожность») этих кривых, исследователь получает массу важной информации. Можно рассчитать темпы развития различных городов района с учетом выгод и соответствующих им издержек. Эта информация и может быть получена из порогового анализа.

Прежде чем перейти к следующему вопросу, ответим на критику, которой часто подвергается пороговый анализ. Главным его недостатком считается то, что он основывается на подсчете издержек по расширению города и не принимает во внимание сравнительных выгод иных вариантов развития. Действительно, выбор оптимального варианта при этом анализе основывается только на сравнении издержек по всем вариантам в предположении, что все остальные их достоинства равноценны. В этом — трудности порогового анализа, но нужно иметь в виду, что он

не подменяет собой всего процесса планирования. Он является ценным инструментом лишь на его начальной стадии. Так, в описанных выше приемах мы не касаемся модели общей структуры (общей схемы городской планировки), как раз и задающей критерии развития. С помощью порогового анализа делается попытка отыскать наилучшее направление дальнейшего развития территории с учетом определенных достоинств, присущих различным ее местоположениям. Конечно, достоинства их неодинаковы: например, один из участков располагается вблизи центра города, а другой значительно удален от него и так далее. Однако не следует забывать, что при сравнении этих различных участков в терминах стоимости этим обстоятельством можно пренебречь. Неблагоприятно расположенный участок берется в расчет только тогда, когда затраты на его «улучшение» вводятся в пороговые издержки. Если же никакие улучшения невозможны, этот участок должен быть исключен из исследования. Для удаленных от центра города территорий должна быть предусмотрена повышающая их доступность транспортная система (и подсчитаны издержки на ее сооружение). Таким образом, при правильном учете издержек несопоставимость различных частей территории, зависящая от их местоположения и иных характеристик, может быть сведена на нет.

Непосредственное использование порогового анализа в региональном планировании

Непосредственное приложение порогового анализа к региональному планированию основано на допущении, что каждый вид экономической деятельности, в том числе и на региональном уровне, во многом зависит от наличия ресурсов, как природных, так и социальных. Уровень экономической деятельности не может превысить тот, что обеспечивают ресурсы. Задача планирования видов и объемов экономической деятельности на уровне районов может быть решена только в масштабе страны в целом. В то же время для этого необходима информация, доступная только на региональном уровне. Предложенная здесь методика является шагом на пути проведения количественного анализа районных ресурсов с целью определить не-

сколько возможных вариантов экономической деятельности, из которых выбирается уровень, наиболее соответствующий общенациональным потребностям. Ниже рассматривается умышленно упрощенная модель развития одного из видов деятельности в районе. Она будет поэтапно усложнена и приближена к реальности.

Пример анализа «затрат» и «выгод» в планировании туризма

Предлагаемый анализ основывается на исследовании, проведенном в графстве Донегал Ирландской Республики по Программе развития ООН [6]. Главные моменты этой работы использованы в данной статье. Туризм как функция района базируется на наличии ценных с точки зрения туризма мест, то есть интересные, поражающие воображение природные и антропогенные ландшафты, привлекающие туристов, и специализированная сфера обслуживания туристов: службы, жилой фонд, обеспечение питанием, водоснабжение, канализация, транспорт и т. д. Сюда же включается и обслуживающий персонал. Анализ начинается с досконального учета всех ресурсов. Дополнительно вводятся еще два понятия: существующие емкости ресурсов и их необходимые емкости. Последние исчисляются емкостью, равной произведению от умножения количества туристов на средний показатель использования ресурсов, выводимый в результате проведения специальных исследований.

Первая стадия анализа проводится для существующего уровня активности. Сравнивая существующую и необходимую емкости всех ресурсов на простой диаграмме, можно увидеть излишек или нехватку каждого из них, что позволяет уже на этой стадии исследования сделать важные выводы. Так определяются ресурсы, в которые необходимо сделать капиталовложения, и ресурсы с избыточной емкостью, которую надо попытаться использовать в дальнейшем. На второй стадии анализа задаются цели и выбираются варианты развития, что само по себе является трудной задачей. Впрочем, для ее облегчения можно произвести скорректированную экстраполяцию существующих тенденций. Каждый вариант должен учитывать не только общее число туристов, но и их состав, поскольку

различные туристические группы в разной степени используют одни и те же ресурсы. За основу здесь берется современное состояние туризма. Далее определяется объем капиталовложений в каждый вид ресурсов для каждого уровня активности и каждого варианта и подсчитываются удельные капиталовложения. Затем рассчитываются доходы от туризма при каждом из вариантов. Таким образом, для каждого варианта можно легко определить коэффициент экономической эффективности.

Анализ «затрат» и «выгод» для других видов экономической деятельности

Рассмотренная выше методика представляется достаточно прочной основой для нашего собственного исследования. Ясно, что туризм представляет собой лишь одну из возможных форм экономического развития района. Другие возможности развития включают индустриализацию, интенсификацию сельскохозяйственного производства и развитие внешней торговли. Каждый из этих видов деятельности также базируется на совокупности ресурсов. Автор обдумал возможность использования для их анализа того же метода. В случае промышленного развития рассматриваются все ресурсы, влияющие на производство. Они включают существующее сырье (минеральное и сельскохозяйственное), системы инфраструктуры (железные дороги и автострады, водоснабжение, канализацию, энергоснабжение), промышленные предприятия, наличную рабочую силу. Объем используемых ресурсов (по отраслям и типам предприятий) для промышленного производства района определяется тем же путем, как и в случае с туризмом.

Ключевой вопрос исследования — установление количественных зависимостей между производством и различными видами ресурсов, то есть выражение спроса на данный ресурс со стороны различных отраслей промышленности. При этом можно легко обнаружить избыток или нехватку отдельных видов ресурсов, после чего можно приступить ко второй стадии анализа. В этих целях все варианты развития должны быть выражены через общий объем производства с учетом различных возможностей

сочетания отраслей. Зная планируемый объем производства и удельные капиталовложения на единицу каждого вида ресурсов, можно получить общий объем капиталовложений для каждого варианта и уровня развития. Аналогичным образом производится анализ других видов деятельности.

Внедрение порогового анализа

Несмотря на привлекательность описанного выше метода, он имеет ряд недостатков. Так, он допускает, что капиталовложения, необходимые для повышения емкости ресурса, одинаковы для всех ресурсов на данной последовательной стадии развития. Иными словами, делается допущение, что емкость каждого вида ресурсов может быть повышена небольшими «инъекциями» капитала или единовременными его вложениями. На самом деле это не совсем так. Можно легко показать, что для определенных видов ресурсов единовременные капиталовложения оказывают влияние на результат всех расчетов и поэтому в ряде случаев расчеты издержек могут оказаться ошибочными; к тому же некоторые промежуточные уровни развития отдельных видов деятельности не могут быть достигнуты при пропорциональном увеличении капиталовложений. С этой точки зрения ресурсы классифицируются следующим образом: 1) ресурсы, емкость которых возрастает вместе с постепенным ростом капиталовложений, то есть носит линейный характер (например, жилой фонд); 2) ресурсы, емкость которых может быть обеспечена только крупными единовременными (но не исключаяющими повторность) вложениями (что типично для систем инфраструктуры, когда достигается некоторый предел мощностей), и 3) ресурсы, емкости которых практически не могут возрасти (это главным образом относится к природным ресурсам).

С методической точки зрения внедрение понятия порогов требует определения пороговых уровней всех ресурсов, принадлежащих ко второй и третьей группам. Определение этих уровней является предметом специальных исследований, которые обязательно должны проводиться при рассмотрении будущей судьбы ресурсов. Установленные пороговые уровни позволяют исключить все промежуточные уровни (варианты), так как они неизбежно

окажутся менее эффективными в связи с сильным замораживанием капиталовложений. Прием упрощается, когда изменение только одного вида ресурсов носит пороговый характер, но обычно это характерно сразу для нескольких видов ресурсов. По практическим соображениям издержки, связанные с первой группой ресурсов (изменяющиеся линейно), рассматриваются отдельно от издержек, носящих пороговый характер. Затем вычисляются общие уровни пороговых издержек с учетом удельного значения данного вида ресурсов и вида группировки отраслей при каждом варианте. Таким образом, при вводе понятия пороговых ограничений в описанный выше прием достигается не только более отвечающий требованиям практики результат, но и само исследование упрощается в результате сокращения количества подлежащих рассмотрению вариантов.

Модель, предусматривающая подразделение территории

Внедрение порогового анализа явилось первым усложнением модели. Приступая ко второму этапу исследования, важно помнить, что представление о районе не связывается с какими-либо определенными размерами территории. Между тем именно вопрос размера необычайно важен для целей анализа. Если территория района слишком велика, то ресурсы могут оказаться вне границ достижимости для пользователей. По этой причине должно проводиться дробление района на более мелкие структурные единицы (например, подрайоны). При изучении каждого вида деятельности используются свои критерии дробления территории. Не входя в детали, мы допустим, что подобное дробление уже произведено. В этом случае предлагается проанализировать каждую отдельную структурную единицу. Теперь, суммируя итоги исследования, мы сможем ответить на ряд следующих важных вопросов: 1) каков оптимальный предел развития данного вида деятельности в районе, 2) как данный вариант (уровень деятельности) для всего района должен быть территориально распределен, чтобы достигнуть наилучших условий для использования ресурсов во всех его подрайонах, и 3) какой должна быть стратегия постадийного развития района. Ответы на эти вопросы могут быть зачастую получены

без помощи вычислительной техники, хотя определенная математическая формализация даже на этом уровне принесет большую пользу.

Многofункциональная модель

При условии развития в районе лишь одного вида деятельности он оказался бы в высшей степени уязвимым как в социальном, так и в экономическом плане. Поэтому следует убрать это последнее упрощающее допущение. В то же время многofункциональный подход в целом усложняет анализ. Так что поначалу все же допустим, что вся емкость какого-либо ресурса предназначается только для одного вида деятельности: в противном случае пришлось бы вводить в анализ неизвестную переменную. Пытаясь получить пригодное для практики решение без обращения к вычислительной технике, следует принять следующую линию мышления. Допустим сначала, что мы имеем дело только с двумя видами деятельности, скажем с сельским хозяйством и туризмом. В этом случае мы сосредоточиваем внимание на используемых ими ресурсах, а именно водоснабжении, рабочей силе, и в особенности земельных ресурсах, и исследуем их распределение внутри района. Подчас реально используемые емкости таких ресурсов подсказываются уже здравым смыслом. В ином случае для определения наиболее выгодного варианта использования каких-либо ресурсов проводятся отдельные исследования для нескольких уровней деятельности по каждому из ресурсов, после чего делается попытка оптимизации пользования ими в рамках отдельных видов деятельности.

Задача усложняется, если приходится иметь дело с несколькими развивающимися в районе видами деятельности. В этом случае допущение о фиксированности уровней развития для каждого из них, за исключением одного, было бы бессмысленным. Но даже в этой ситуации в отдельных случаях можно получить решение, имеющее практическую пользу. Для этого следует разбить район на структурные единицы, в которых развиваются различные, но всегда единственные виды деятельности. Практика показывает осуществимость подобного дробления, особенно если географическая среда сильно дифференцирована и

тем самым предопределяет функциональное использование земель¹. Очевидно, что целый ряд подрайонов одного района может иметь одинаковые функции. Должно быть также понятно, что, выделяя единственную функцию, мы не исключаем других видов использования земли, не накладывающихся пространственно на территории под доминирующим видом деятельности. Выделение территорий по их ведущим функциям несет в себе традиционные черты регионального планирования и имеет под собой достаточные основания, проистекающие из утверждения, что наиболее полное использование ресурсов происходит там, где они существуют. При указанном дроблении района мы проводим анализ каждой структурной единицы исключительно по единственной (доминирующей) функции. Весь процесс анализа должен быть направлен на то, чтобы ответить на следующие вопросы: 1) в каких структурных единицах следует ожидать достижения наивысшего уровня развития данного вида деятельности, 2) какой должна быть группировка отраслей с учетом ресурсной базы подрайонов, 3) как должны планироваться капиталовложения в отдельные структурные единицы территории, чтобы достигнуть оптимального уровня деятельности с наименьшим замораживанием капитала.

Предлагаемый анализ, основанный на простой методике, может дать ответ на многие вопросы стратегии регионального развития. Но в большинстве случаев сложность процессов развития, не столь сильно определяемых географической дифференциацией среды, не позволяет осуществить четкую привязку различных видов деятельности к определенным частям района. Тогда для решения поставленных задач следует использовать математические модели и соответствующую вычислительную технику. Такая попытка была сделана Журковским [7] в его работе, написанной с учетом высказанных здесь взглядов (см. также Малиш — [4]). Математическая формализация основывается на нелинейных моделях смешанного прикладного программирования и на моделях программирования с фиксированными затратами. Однако этот теоретический

¹ Это оказалось возможным при изучении района Южной Адриатики в Югославии, проводившемся по программе развития ООН.

алгоритм должен быть еще проверен на практике. В самом ходе рассуждений имеются пробелы, для заполнения которых нужно провести большую работу. Но и в этой начальной форме метод порогового анализа является определенным шагом в совершенствовании методики регионального планирования.

Литература

1. Great Britain, Grangemouth and Falkirk Regional Survey and Plan, Edinburgh: HMSO, 1968.
2. Kozłowski J., Threshold Theory and the Subregional Plan, «Town Planning Review», Vol. 39 (July 1968), p. 99—116.
3. Malisz B., *Ekonomika kształtowania miast*, «Studia KPZK», Vol. 4. Warsaw: PWN, 1963.
4. Malisz B., *Metoda analizy progowej w zastosowaniu do planowania rozwoju miast i regionów*, «Studia KPZK», Vol. 34, Warsaw: PWN, 1971.
5. Malm R., Warneryd O., Urban Growth and Barrier Effects, in *Proceedings of the First Scandinavian-Polish Regional Science Seminar*, Warsaw: PWN, 1967.
6. Republic of Ireland, *Planning for Amenity and Tourism, Specimen Development Plan Manual 2—3*, Dublin: An Foras Forbartha, 1966.
7. Zrzkowski J., *Optymalizacyjne modelowanie matematyczne w analizie progowego rozwoju regionu*, «Studia KPZK», Vol. 34, Warsaw: PWN, 1971.

Социальные процессы и пространственная форма: анализ концептуальных проблем городского планирования¹

Давид Харвей

Город — весьма сложный организм. Знакомые нам по опыту трудности изучения города можно объяснить присущей ему сложностью. Но трудности могут быть отнесены также за счет наших собственных неудачных попыток правильно осмыслить ситуацию. Если наши представления неадекватны или непоследовательны, мало надежды на правильную постановку задач и на определение приемлемого курса действий. Поэтому в настоящем обзоре мне хотелось бы обратиться только к связанным с городом концептуальным проблемам, которые порождаем мы сами и которые вытекают из наших собственных его характеристик. Одна из групп концептуальных проблем возникает в результате специализации научных дисциплин на определенных аспектах городских процессов. Ясно, что город не может быть концептуализован в терминах структур, принятых в дисциплинах сегодняшнего дня. Социологи, экономисты, географы, архитекторы, городские планировщики и т. д. — все прокладывают свою собственную борозду и живут в своих собственных строго тематизированных концептуальных мирах. Преодоление такой разобщенности является первейшей задачей, но для ее решения нужно преодолеть серьезные методологические, философские и концептуальные затруднения.

Сравнение географического и социологического подхода

Любая общая теория города должна каким-то образом связывать социальные процессы, которые протекают в городе, с той пространственной формой, которую он прини-

¹ Harvey D., Social processes and spatial form: an analysis of the conceptual problems of urban planning, Reg. Science Assoc. «Papers», vol. XXV, 1970, p. 45—70.

мает. Используя «цеховые» понятия, это достигается путем интеграции двух важных традиций, свойственных науке и просвещению, — речь идет о наведении моста между социологическим подходом и пространственным, или географическим, подходом. Возможно, что одной из первых задач на пути создания основ новой теории города будет обзор и синтез обширной, но крайне распыленной литературы. Интересно, например, посмотреть, как долго городским планировщикам и ученым-отраслевикам пришлось согласовывать свои попытки понять городские процессы. Ранние работы представителей региональной науки вряд ли учитывали всю сложность темы о пространственной форме. Предполагалось, что пространство порождает региональные структуры (процесс, который скорее предполагался, чем понимался), которые затем рассматривались с помощью аппарата межотраслевого баланса, первоначально созданного в расчете на изучение страны в целом (в качестве конкретизации его затем появились региональные балансы и межрегиональная модель «затраты — выпуск»). Иногда же под пространством разумели только транспортные издержки, сравнимые с другими издержками производственных процессов (отсюда родилось большинство теорий размещения и моделей межрегионального равновесия). Пространство мыслилось лишь в качестве еще одной переменной в концептуальном аппарате, предназначенном в первую очередь для экономического анализа. Специалисты в области региональной науки и региональной экономики по-прежнему демонстрируют свое непонимание пространства. Однако городское планирование с его традиционным устремлением к разработке проектов с помощью карты (пресловутый инструмент самообмана) было полностью затоплено, поглощено бесчисленными деталями пространственной организации, выраженной в проблеме использования земли. Принимая планировочное решение о конкретном участке земли, городской планировщик мало или совсем не использовал чрезмерно агрегированные и не очень хорошо документированные обобщения, сделанные специалистом по региональной науке — экономистом или социологом. Он раскрашивал земельный участок на карте в красный или зеленый цвет, руководствуясь своей интуицией в понимании пространственной формы проекта и своей весьма поверхностной оценкой экономических и социальных фак-

Торов (в том случае, конечно, когда его решение не определялось исключительно балансом административных давлений). Вебер был одним из самых сильных защитников пространственного аспекта в проектировках: он побуждал планировщиков к большему пониманию социального процесса и следующим образом комментировал жизненную необходимость для планировщиков покончить с заблуждением, «состоящим в глубоко внедрившейся практике искать решение в упрощенных, поддающихся картированию формах, в то время как истина скрыта в социальной организации чрезвычайной сложности» [1].

Чаще всего географические и социологические подходы рассматривались как независимые или в лучшем случае как одинаково возможные при анализе городских проблем. Однако эти подходы не являются альтернативными. Их надо рассматривать в качестве дополняющих друг друга. Моя точка зрения, в общем, должна быть ясной. Подходящим аппаратом для изучения города может служить только такой теоретический аппарат, который построено на основе как социологического, так и географического подходов. Поэтому необходимо сформулировать принципы, позволяющие интегрировать различные стратегии, чтобы ориентироваться в лабиринте социальных процессов и элементов пространственной формы. Это как раз та задача, к которой мне хотелось бы сейчас обратиться.

Некоторые методические проблемы междисциплинарных исследований

Выше я хотел показать, что понимание пространства во всей его сложности зависит от уяснения социальных процессов. Но будет еще лучше, если рассмотреть методические проблемы, которые возникают на стыке социологических и географических исследований. Оказывается, что в этой смежной области трудно работать, но есть и доводы, свидетельствующие о значимости форм пространства при изучении социальных процессов, что обнаруживается в условиях города.

Чтобы соединить социологический и географический способы мышления, необходим соответствующий научный инструментарий. Он включает в себя совокупность понятий и методов, которые способны объединять эти две области знания. Чтобы понятия, создаваемые совместно, бы-

ли жизнеспособны и доступны для эмпирической проверки, необходимо связать их с математико-статистическими методами. Весьма вероятно, что эти методы окажутся весьма узкоспециализированными непосредственно к данным задачам. Ведь если мы интересуемся взаимосвязью между пространственной символикой города, умственными конструктами индивидуумов, их состояниями стресса и их трендами социального и пространственного поведения, то потребуются один вид инструментария. Если же нас интересуют суммарные изменения формы города, то следует искать совсем другой его подбор. В первом случае терминология должна охватить сложность постоянно меняющихся индивидуальных геометрий и систем социальной активности. Во втором случае мы можем игнорировать детали индивидуального поведения, ограничившись рассмотрением соотношения между пространственной формой города и явным поведением всей массы людей внутри него. Следовательно, какой-то общий аппарат для всех исследований в этих соприкасающихся сферах действительности невозможно указать. Но можно показать категории задач, с которыми мы сталкиваемся, перебирая весь набор инструментов, способный помочь при наведении нужного нам моста. Выберем определенную тему, а именно вопрос о суммарной пространственной форме города и о профиле очевидного поведения в ней людских масс. Упор будет сделан на проблему научных выводов, имеющих отношение к прогнозируемому управлению. В этом планировщики не отличаются от социологов, использующих предсказания как средства для проверки теории. И прогнозы, и построение теории для изучения города зависят от надлежащей организации материала, позволяющего проверять статистические гипотезы и делать умозаключения. Рассмотрим лишь некоторые аспекты этой проблемы, а именно индивидуализацию, смешивание (результат запутанной связи переменных) и статистическую проверку гипотез.

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ

Общепризнано, что первый шаг при постановке задачи, позволяющей сделать какой-либо вывод, состоит в выделении ряда индивидуумов, составляющих популяцию. Процесс выделения индивидуума называется «индивидуа-

лизацией», и очевидно, что это очень важный этап. Логика, и в их числе Вильсон и Карнап [2], рассмотрели несколько общих проблем, возникающих при индивидуализации. Они обнаружили важное различие между индивидуализацией в терминах, характеризующих свойства лиц, и индивидуализацией в пространственно-временных терминах. В первом случае индивидуализация может быть определена путем спецификации совокупности свойств ($p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$), которыми обладает индивидуум: мы можем индивидуализировать «город», установив минимальный размер агломерации, характер состава занятости и т. д. В пространственно-временных терминах, однако, индивидуализация зависит от указания на размещение объекта внутри координатной структуры, которая представляет собой пространство и время (обычно обозначаемые x, y, z, t). Эти две системы терминов имеют довольно различные свойства, и, следовательно, смешение их в процессе индивидуализации может привести к нежелательным последствиям. Исследователь социальных процессов обычно использует первую систему терминов, в то время как чисто географический подход предполагает обращение к системе пространственно-временных терминов. При наведении моста между двумя дисциплинами мы вынуждены использовать два эти языка одновременно или, что более желательно, создать некий метаязык, который сможет объединить надлежащие аспекты обоих языков. Такой метаязык в настоящее время не существует, и некоторые первые исследования по поводу его свойств показывают, что разработать его непросто [3]. Следовательно, мы должны остановиться на использовании двух систем терминов при исследовании одного и того же вопроса. Опасности этой процедуры могут быть лучше всего показаны при изучении процесса районирования.

Рассмотрим понятие «равенство» в двух системах терминов. Там, где речь идет о свойствах, вполне возможно, что два объекта будут характеризоваться одними и теми же параметрами (два города, например, могут иметь совершенно одинаковую численность населения и т. д.), но это совершенно исключается в системе пространственно-временных терминов (два города не могут занимать одно и то же местоположение). При идентификации объектов их многочисленные различные свойства можно сопоставлять с точки зрения упорядоченности объектов в

пространственно-временном расположении. Одним из таких свойств выступает и относительное местоположение (расстояния по отношению к другим местам). Таким образом, пространство может быть использовано для индивидуализации объектов; в то же время его можно рассматривать как свойство объектов, определенное либо в пространственно-временном, либо в субстантивном языках. Таким образом, оба языка имеют различные характеристики, и само пространство может входить в любой язык, но различными способами [4]. Не удивительно, что эта ситуация часто приводит к путанице и что проблема районирования является спорной проблемой. Спорность, как правило, возникает из-за неумения использовать в нужном случае тот или иной язык. Тэйлор [5] указал, что путаница возникает из-за «непонимания того, что при решении проблемы местоположение фигурирует дважды». Мы можем использовать местоположение как дискриминантную переменную (в том случае, когда мы рассматриваем пространственную локализацию как свойство объектов) или же выделенные в пространстве локальные единицы как пространственно-временные объекты (например, административные подразделения) для того, чтобы собрать информацию в терминах свойств (субстантивный язык). Районирование тогда может базироваться на сходстве свойств. Мы можем также придерживаться комбинированных решений, что возникает, если при районировании в процедуру группировки вводится условие смежности сходных ячеек территории (тем самым мы используем пространство как свойство), или же отыскивать пространственно-временное размещение объектов, которые однородны по отношению к определенным свойствам (при этом получаются однородные районы). Как правило, градопланировщик вначале рассматривает ячейки территории по признаку их локализации (обычно это переписные участки); он оценивает переменные для каждой ячейки и затем группирует их по подобию свойств, придерживаясь в то же время и условия смежности. Не будем, однако, в деталях рассматривать различные тактики. Ведь уже показано главное: процесс индивидуализации на стыке социологического и географического подходов требует основательного понимания различий двух систем терминов (языков), нужна и соответствующая методика, чтобы сочетать их. Не все

еще здесь ясно, но уже понятна основная методическая трудность, с которой сталкивается градостроитель, когда он пытается объединить представления о микрорайонах (обычно изложенных в терминах пространства и времени) и представления о социальных функциях города (они обычно изложены в терминах свойств). Курс, который выбирает планировщик, сильно зависит, следовательно, от доминировавшей терминологии и от того, как объединились две системы терминов в ходе анализа.

СМЕШИВАНИЕ

Одна из самых сложных проблем в интересующей нас междисциплинарной области — отсеивание влияния нежелательных переменных и определение роли каждой оставшейся переменной в условиях сложного взаимодействия, не позволяющих организовать классический лабораторный эксперимент. Без обстоятельного обдумывания возможности экспериментирования сохраняется риск смешать одну переменную с другой, перепутать причины со следствиями, принять функциональные соотношения за соотношения вида причина — следствие и завершить все это крайне ошибочными умозаключениями. Возьмем простой пример. Социолог, как правило, рассматривает процесс диффузии с точки зрения того, как он распространяется на индивидуумы, группы, социальные классы, на разные культуры и т. д. Переменные, с помощью которых можно предсказать процесс диффузии, связаны с характеристиками личности индивидуума. Географа же обычно интересует пространственный аспект, и он рассматривает близость мест в качестве главной переменной, определяя течение процесса диффузии. Замечено, что люди, принадлежащие к одной и той же общественной группе, стремятся жить ближе друг к другу. Как в этом случае определить силу влияния пространственной переменной и силу переменных, характеризующих личность? В любой ситуации мы должны рассмотреть их совокупное воздействие, но, к сожалению, эти два аспекта не являются независимыми друг от друга. С подобными трудностями перекрестного влияния переменных исследователи социальных процессов сталкиваются и в том случае, когда он представляется не зависящим от формы пространства. Социологам в их собственной сфере важно уметь отсеивать пространственные

воздействия в той же мере, как географам важно отсеивать социальные воздействия от своих специфических факторов. Если не разобраться в переплетении переменных, то легко получить внешне статистически значимые, но, по существу, ложные свидетельства при проверке гипотез. Я подозреваю, что многие работы, рассматривающие социологические процессы, страдают недостатками, связанными с неумением вникнуть в суть проблемы идентификации влияний, осложненной из-за смешения пространственных и социальных воздействий.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ

После вышеизложенного рассмотрения проблем индивидуализации и смешивания мы приходим к теме о статистической проверке гипотез. Обо всем этом гораздо проще рассказывать, чем находить решения. В идеальном случае нам необходим метаязык, чтобы обсуждать статистические гипотезы одновременно как с социологической, так и пространственной точек зрения. В отсутствие этого мы должны прибегнуть к проверкам статистических гипотез, пользуясь двумя разными системами терминов и скомбинировав их при этом в достоверный понятийный аппарат. Процедуры для проверки гипотез о социальных процессах при игнорировании влияния пространства хорошо известны. Высказав гипотезу, мы можем определить соответствующие ей следствия, а затем удостовериться в отсутствии или наличии существенной разницы между ожидаемым следствием и наблюдаемыми данными. При отсутствии таковой считается, что гипотеза удовлетворительна, хотя это верно только при определенных допущениях о способе получения наблюдаемых результатов (обычно принимается, что посторонних влияний нет), о способе построения гипотезы и так далее. Процедуры для проверки гипотез о пространственной конфигурации не столь хорошо разработаны. Мы можем рассматривать ожидаемые следствия в виде определенных предполагаемых конфигураций, сравнивая их затем с наблюдаемыми конфигурациями. Существуют тесты для сравнения пространственных конфигураций [6]. Однако сравнение двух поверхностей не так легко осуществить, и мы не имеем способа оценить, в какой степени предполагаемые характеристики отличаются от наблюдаемых. Аналогично у нас

нет мерок для существенного различения двумерных полей точек при их сравнении. Не существует и одинаково пригодного способа определения статистической значимости пространственных сопоставлений, и, следовательно, возникают серьезные трудности при проверке гипотез о пространственных распределениях. По-видимому, единственный путь для определения понятия статистической значимости состоит в принятии некоторых допущений о природе пространственного распределения, но и это далеко не всегда себя оправдывает.

Однако соединение социальной и пространственной процедур в общий способ для статистической проверки гипотез все же представляется осуществимым.

Но, как указывал Гренджер [7], существуют важные различия между шкалой времени, которая одномерна и имеет однонаправленный поток событий, и шкалой пространства, где нет указанного свойства и сказывается сложная нестационарность и труднопреодолимая прерывность. Это обстоятельство заставило Гренджера усомниться в том, могут ли методы, применяемые в эконометрике и для анализа временных рядов, распространяться на пространственные ряды, за исключением определенного класса задач. Проблема пространственной автокорреляции представляется трудной для удовлетворительного решения, а ведь возможность статистически обоснованных выводов в междисциплинарной области зависит от решения этой проблемы. Приходится сделать вывод, что мы пока не обладаем безупречными инструментами для критического разбора проблем, которые возникают, когда мы пытаемся сочетать географический и социологический подходы при изучении города. Это осложняет ситуацию, но нельзя разрешить трудности, делая вид, что их не существует. Для успешного решения необходимо правильное осмысливание этих трудностей. Очень важно также понимать возможные источники ошибок при пространственном прогнозировании и построении теории.

Направление работ в междисциплинарной области

Нам необходим действенный аналитический аппарат для решения сложных проблем, возникающих на стыке социального и пространственного анализом. Я не думаю,

чтобы в ближайшем будущем появился адекватный мета-язык для интеграции этих двух подходов. Следовательно, чтобы создать теорию города, мы должны разработать временную теоретическую схему. Делать это надо очень осторожно, так как понятийный аппарат, который мы выберем, может повлиять на наши представления об удобствах для населения, о надлежащей роли планировщика и на наши приоритеты в области городской политики. Сейчас, по-видимому, разумнее рассматривать город как сложную динамичную систему, в которой пространственная форма и социальный процесс непрерывно взаимодействуют друг с другом. Если мы хотим понять тенденцию в развитии городской системы, мы должны понять и функциональные соотношения, которые существуют внутри нее, а также переменные, характеризующие социальный процесс и пространственную форму, которые могут изменить эту тенденцию.

Оба подхода должны рассматриваться, следовательно, как взаимодополняющие, а не как исключаящие друг друга.

Но эти подходы наивны в том смысле, что они предполагают существование адекватного языка для одновременного анализа пространственной формы и социального процесса. Но такого языка нет. Обычно мы абстрагируемся от той сложной системы, какой является город, и рассматриваем его либо с точки зрения социального процесса, либо с позиций пространственной формы. При такой абстракции нельзя осмысленно говорить о пространственной форме, являющейся причиной социального процесса (или наоборот), и нельзя правильно рассматривать пространственную форму и социальный процесс, как если бы они были непрерывно взаимодействующими друг с другом переменными. На деле мы лишь пытаемся транслировать результаты, полученные в одной системе понятий (скажем, на языке социального процесса), в другую систему понятий (язык пространственной формы). Эта трансляция позволяет нам отчасти судить о значимости одного анализа для другого. Трудность трансляции формы пространства в представление о социальном процессе состоит в том, что здесь не существует установившихся правил, как, например, при переводе алгебраических выражений в геометрические, и наоборот. При определенных условиях мы можем сформулировать задачу так, чтобы рассматривать

то и другое одновременно. Представим себе, что методом оптимального программирования мы стремимся оптимизировать уровни активности в определенных точках транспортной сети путем минимизации транспортных издержек. Решение находится просто, пока сеть остается фиксированной. Но если сеть будет меняться, то изменится и число точек активности, равно как и уровни активности. Вся проблема сильно усложнится. Число возможных комбинаций быстро вырастет в астрономическую цифру. Но при малом числе точек решение может быть получено с помощью комбинаторного анализа. Можно полагать, что отдельные простые задачи, возникающие при градопланировке и конструировании среды, могут также решаться одновременно в двух направлениях. Но в большинстве случаев придется либо считать пространственную форму постоянной (в этом случае мы можем решать сложные социальные проблемы), либо предположить неизменность социального процесса (в этом случае мы можем решить сложные задачи, связанные с формой пространства). В обоих случаях, сделав достаточно жесткие постулаты относительно условий, характеризующих другую сторону задачи, будет найдено только одностороннее решение. Это заставляет думать, что одно из плодотворных направлений работы в стыковой области двух наук состоит в процедурах итерации, при которых поочередно рассматриваются изменения в формах пространства и в социальном процессе. Именно такой подход характеризует городское моделирование. При нем строится несколько альтернативных пространственных моделей, которые оцениваются с точки зрения социального процесса (обычно с учетом экономической эффективности или баланса издержек результатов). Эти оценки сравниваются для определения наилучшего проекта. В других случаях изменяют какую-то часть пространственной модели и затем рассматривают воздействие этого на другие аспекты территориальной структуры с помощью распределительной модели пространственного взаимодействия, которая привносит жесткие постулаты о природе пространственного процесса. Только итеративный подход будет плодотворен в сочетании с техникой имитационного моделирования. Но и здесь имеются существенные недостатки, из которых наиболее серьезен тот, что обуславливается требованием трансляции из одной системы терминов в другую, а правила трансляции не столько

известны, сколько предполагаются. Постулаты о правилах могут иметь важное влияние на результаты исследования. Эта трудность особенно видна на примере теории размещения. Отправной точкой теории размещения является то, что с помощью оценки транспортных издержек пространство можно рассматривать в терминах товаров, а транспортные издержки могут быть затем введены в модель социального процесса, с тем чтобы найти равновесные условия производства для каждой отрасли промышленности или фирмы. Как только эти равновесные условия установлены, результат вновь транслируется, но уже в понятия пространственных форм при определенных допущениях о характере условий, существующих на некоторой поверхности (равные транспортные средства, однородность двумерной поверхности и т. д.). Утверждают, что эти допущения диктуются соображениями удобства и что они никоим образом не влияют на равновесные условия, определенные в процессе моделирования. Это утверждение, однако, можно подвергнуть критике со многих точек зрения. Во-первых, должна быть принята во внимание проблема обратной связи. Например, в модели Лёша о сети центральных мест изменение численности населения, которое должно вытекать из условий равновесия, нарушает форму пространства, которая делает возможным пространственную определенность этого равновесия [8]. Городская система, по-видимому, развивается в определенном направлении, и нет гарантии, что в социальном процессе может быть достигнуто какое-то реальное равновесие, раз пространственная форма постоянно изменяется. Эта система может быть, следовательно, названа взрывной, то есть не поддающейся стабилизации. В пространственном отношении главенствует тенденция к агломерации, и поэтому правильнее определить эту систему как импловивную, или обладающую свойством взрывообразного гнездования. Второе существенное критическое замечание состоит, однако, в том, что сама геометрия воздействует на определение равновесных условий. Если сделано предположение о конечной длине пляжа, то баланс конкуренции трех продавцов мороженого на нем становится теоретически неопределяемым, и нет ничего случайного в том, что большинство теорий размещения предполагает пространство в виде бесконечной плоской поверхности, так как без этого точка равновесия часто не может быть

определена. В общем, постулаты о форме пространства, вносимые в теорию размещения, делаются не для удобств анализа — они являются фундаментальными для результатов. Я отнюдь не нападаю на специалистов по теории размещения и на создателей моделей города за то, что они делают допущения о форме пространства. Я считаю, что у нас нет выбора и мы вынуждены использовать подобные допущения. Важно понять, что они всего лишь хрупкие мостки, с помощью которых мы преодолеваем зияющую пропасть данной проблемы. Вряд ли можно использовать их для того, чтобы обойти те сложности, о которых говорилось ранее и которые связаны с тем, что само пространство является многомерным, неоднородным, возможно прерывистым, воспринимаемым очень индивидуально и понимаемым различным образом в разных социальных контекстах. Теория размещения достигла операционального уровня, но мы дорого платим за это. Нужно, видимо, отдавать себе отчет в том, что мы терпим издержки в области реалистичности моделей, когда избираем определенную стратегию, и что допущения, лежащие в основе каждого подхода, предопределяют результаты анализа.

Литература

1. Webber M., Order in diversity: community without propinquity. In: L. Wingo, ed., *Cities and Space: the future use of urban land*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1963, p. 54.
2. Wilson N. L., Space, time and individuals, «*Journal of Philosophy*», L II, 1955, p. 589—598.
Carnap R., *An introduction to symbolic Logic*. New York: Dover Publications, Inc., 1958.
3. Dacey M. F., Some observations on a two-dimensional language, «*Technical Report*», № 7, ONR Task № 389—142, Evanston: Northwestern University, Department of Geography, 1965.
4. См.: Bergmann G., *Logic and reality*, Madison: University of Wisconsin Press, 1964, p. 272—301.
5. Taylor P. J., The location variable in taxonomy, «*Geographical Analysis*», I, 1969, p. 181—195.
6. Cliff A., Ord K., The problem of spatial autocorrelation. In: A. Scott ed., *Studies in regional science*, London: Pion, 1969; Dacey M. F., A review on measures of contiguity for two-and K-Color Maps. In: B. J. L. Berry and D. Marble, eds., *Spatial analysis*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1968.
7. Granger C. W., Spatial data and time-series analysis, in: A. Scott ed., *Studies in regional science*, London: Pion, 1969.
8. Isard W., *Location and space economy*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1956, p. 271—272.

Размеры городских систем: Теоретические вопросы, эмпирические закономерности и руководство для планирования¹

Эдвин фон Бовентер

Введение

Вопросы о соотношениях в размере городов и об оптимальных размерах городов обсуждаются уже давно и в различных контекстах: с позиции теории в моделях организации пространства; при изучении развития экономики и народонаселения, включая и сопоставления регионов и стран; при выборе курса оптимального развития городов для редконаселенных и развивающихся районов и с позиции общего взгляда на судьбы экономических и социальных регионов многих стран.

Теоретические соображения и эмпирические свидетельства позволяют легко получить два вывода, которые следует акцентировать с самого начала:

1. Соотношения в размере городов и пространственное расположение городов изменяются в зависимости от уровня урбанизации и отражают уровень экономического развития страны; их должно рассматривать в контексте всего исторического развития конкретной страны: появляются эмпирические пропорции, важные в любых моделях городских систем. Более того, эти параметры городской системы зависят от темпов экономического развития; от структуры отраслей экономики; от характера и количества международных экономических связей; от пространственного распределения источников сырья; от социальных факторов, таких, как подвижность населения внутри и между регионами; от политических решений и развития планировок; от многих других обстоятельств.

2. Поскольку действует очень много факторов, а их соотношения чрезвычайно сложны, невозможно увязать их в цепь рассуждений и однозначно определить городские структуры и пространственные расположения для теоре-

¹ Edwin von Boverter. City size systems: Theoretical issues, empirical regularities and planning guides, «Urban studies», vol. 10, № 2, June 1973.

тической модели и для предсказаний на будущее: слишком огромно число взаимосвязей, сложны формы соотношений и трудна процедура количественного измерения переменных. Цель настоящей статьи состоит в том, чтобы определить, что все-таки может быть сделано, несмотря на эти трудности; какие обобщения вытекают из опыта прошлого и какие выводы не могут считаться правомерными. Это является частью гораздо более широкого исследования, посвященного вопросу о возможностях знаний в области региональной экономики помогать в формулировке общих программ регионального развития — программ, основание которых, очевидно, более широко, нежели одна только экономика.

Начнем с того, что вслед за определенным уровнем развития страны и определенной минимальной концентрацией занятости в экономике развиваются существенно особые пространственные структуры. Возникает городская иерархия с ее значительной разницей размеров и с правилом о сочетании ранга и размера, вытекающим из подсчетов населения, проживающего в одном, двух или трех наибольших центрах экономической деятельности. Именно для таких структур мы и должны рассмотреть роль социальных соображений и административных решений, определяя (динамически) оптимальную городскую иерархию и пространственную организацию данной хозяйственной единицы. Но мы не будем входить в обсуждение механизма этих вопросов, то есть в процесс принятия решений и в процедуры экономического планирования.

Максимизация выгод каждого действующего лица и ее влияние на размеры городов

В самом общем виде преимущества, возникающие у действующих лиц экономики в связи с выбором местоположения в конкретном городе, зависят от следующих обстоятельств: 1) размер города; 2) его экономическая структура, понимаемая широко (сырьевая база, состав промышленности, коммунальные сети и обслуживание, налоги, цены и т. д.); 3) расположение по отношению к другим городам (места сбыта товаров) и 4) качество транспортной системы, которая связывает экономику го-

рода в единое целое с экономикой всей страны и с внешним миром.

Размеры города или городской территории, где размещены действующие лица экономики (предприятия или семьи), создают определенные условия, и их, как это часто делают экономисты, можно обозначить в виде двух категорий. С одной стороны, экономические возможности для действующих лиц увеличиваются при их агломерировании благодаря выгодам, которые этот процесс дает, включая сюда большие рынки сбыта и трудовых ресурсов, широкие возможности выбора мест работы. Вот почему доходы и другие регуляторы цен, особенно заработная плата и стоимость земли, будут выше в крупных агломерациях, а не в мелких. С другой стороны, в большой агломерации многое обходится дороже, и, следовательно, уровни затрат могут быть здесь также выше, чем где-либо еще. Если экономические возможности и затраты обусловлены как зависимые переменные размером города, тогда видом этой функциональной зависимости определяется самый удобный по размеру город для данного действующего лица, если на время отвлечься от специфических характеристик города, не относящихся к его размеру (специфичности профиля промышленности, городских сетей инфраструктуры и обслуживания, местоположения).

Исходя из этих рассуждений, можно было бы в рамках теоретической модели построить линии равновесия для разных цен, обусловленных размером города. Такие линии указали бы, при каких сочетаниях в издержках и в размере городов равно возникают одинаково благоприятные условия для действующих лиц. Затем можно сравнить такие гипотетические издержки для какой-то конкретной категории лиц с издержками, наблюдаемыми в различных городах.

Если бы все интересующие нас данные (особенно все издержки) зависели только от размеров города или выгод агломерации, то можно было бы определить оптимальный размер города для каждого предприятия и вида занятий. Так, кому-то не нужен обширный местный рынок сбыта или резервуар трудовых ресурсов и в то же время недоступны высокие затраты на аренду и заработную плату. Такие предприятия предпочтут как оптимум город меньшего размера. В то же время другим дают большие преимущества крупные агломерации (например, большой ры-

нок сбыта и выбор рабочей силы); этим восполняются затраты на выплату высокой заработной платы и более высокие ставки аренды. Рассматривая много предприятий, можно найти, что самые разные размеры города окажутся оптимальными для отдельных из них.

Если учесть все предприятия в целом и при этом принять во внимание их персонал и неработающих членов семей, то можно вычислить оптимальный размер города, но только для рассмотренных предприятий. Для каждого размера города можно определить тех, кому выгодно размещение в городе именно такого и не большего (или, наоборот, не меньшего) размера. Можно также построить график, подсчитав нарастающим итогом численность лиц, которым тот или иной размер города выгоден. В последнем случае следует учесть общее число работающих и иждивенцев (см. рис. 1, где масштабы по двум координатным осям различны). Кроме тех, кто предпочитает какие-то определенные размеры города, необходимо учесть и тех, которые безразличны к размеру города. В частности, речь идет о поставщиках товаров повседневного спроса для местных нужд; они всегда следуют за населением — независимо от размеров города и соотношений в затратах и доходах, дифференцированных по городам разного размера.

Эти рассуждения следует дополнить учетом всего общественного сектора, то есть учетом диапазона комму-

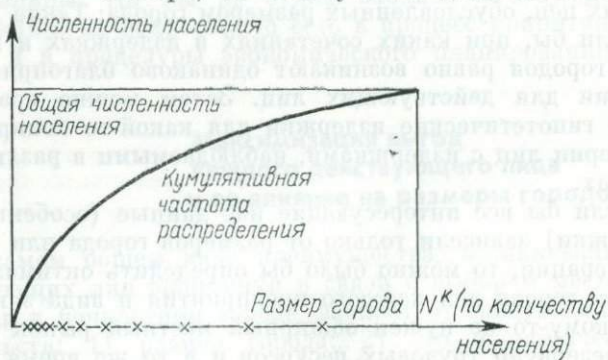


Рис. 1. Работодатели предпочитают ситуацию, при которой общая численность населения в городах не превышает величины N^k (возможные размеры городов показаны крестиками).

дальных служб города в зависимости от его размера. В подсчеты вновь следует включить работающих плюс их иждивенцев. Полученный результат надо объединить с цифрами, характеризующими предприятия, уточняя тем самым график частотного распределения численности населения и размеров города. Очевидно, что этим объединяются экономические и административные компоненты проблемы.

На основе такого частотного распределения всех предприятий и коммунального сектора в целом могут быть найдены оптимальные размеры города: все места приложения труда закрепляются за конкретным городом N^h таким образом, что различия между желаемыми размерами города и вычисленными значениями оказываются минимальными. (Это частый случай распределительной задачи с нефиксированным жестко значением N^h .) Оказывается, что количество городов малых размеров будет всегда значительно больше, чем количество больших городов, а многие пожелания о размере городов не удастся реализовать. В любом случае мы получаем обобщенную структуру размеров городов: значения, отмеченные крестиками вдоль абсциссы на рис. 1, показывают конкретные решения.

До сих пор мы рассматривали интересы предприятий, очевидные на уровне и коммунальных служб, но без учета интересов, формулируемых на уровне работающих лиц и семей. Следовательно, всю описанную процедуру нужно повторить еще раз для того, чтобы определить оптимальный размер города в свете предпочтений семей и лиц, работающих по найму. В этом случае сопоставляются следующие величины: 1) распределение реальных заработков в зависимости от размеров города и 2) теоретический уровень заработков по городам разного размера, при котором семьям безразличны размеры города, с учетом баланса издержек из-за высокой стоимости жизни в больших городах с теми возможностями, которые такой город предлагает: получение работы, более широкий выбор магазинов как для покупки, так и для сбыта товаров, возможности культурного развития и отдыха и все прочие аспекты (положительные и отрицательные) большой агломерации. Затем потребуются определить оптимальный размер города для каждой семьи. Может быть построен кумулятивный график частот для предпочтений всех жи-

телей города, а на основе этого мы, как и раньше, сможем прийти к итоговой структуре распределения городов по размеру — на этот раз с точки зрения всех семей. Очевидно, что теперь нам необходим механизм, с помощью которого можно согласовать два результата — для предприятий и для семей.

Прежде чем продолжать, я должен повторить, что размеры города лишь одно из соображений, учитываемых при выборе мест действующими лицами в экономике. Нельзя забывать о расположении этих лиц в пределах города, что дает структуру города (в самом широком смысле этого слова). Существует и расположение города по отношению к другим городам или по отношению к зоне влияния. Поэтому односторонняя картина, показанная на рис. 1, естественно, нуждается в дополнении с учетом других аспектов.

Предварительные выводы

Теоретическое рассмотрение оптимальных размеров города должно прежде всего послужить основой при обсуждении проблем, возникающих при попытках делать заключения о распределении городов по размеру или об иерархии городов. Не касаясь внутригородских межрегиональных и межгородских взаимосвязей, постараемся наметить некоторые из этих проблем, делая попутно и предварительные выводы.

1. Оптимумы у действующих лиц согласуются с опытом прошлого. Этот опыт сформировал предпочтения у семей; он же определил знания о производственных процессах на предприятиях и о товарных связях. Следовательно, все оптимальные размеры справедливы только с точки зрения конкретных начальных условий для данного общества в конкретной стране. Не существует оптимума, независимого от конкретного пути развития экономики. Тем самым все оптимальные размеры относительны — *абсолютного оптимума не бывает.*

Даже с точки зрения одних и тех же лиц огромное число различных позиций должно быть признано эквивалентными; упорядочивание различных состояний возможно только на основе функций полезности, которые определяются уже после выбора местоположения. Это невозможно сделать на будущее, потому что функции полезности для будущего неизвестны заранее.

2. Развитие в прошлом, или начальные условия, дает о себе знать и в другом отношении. Ведь размеры города меняются как вследствие естественного прироста населения, так и вследствие миграций населения. В изменчивом мире все оптимумы становятся оптимумами динамики: они зависят от характера и скорости процессов приспособления, происходящих в пространстве.

3. Результаты, полученные для предприятий, могут не совпасть с теми, что получены для семей: предприятия в целом могут предпочитать бóльшую степень пространственной концентрации или агломерации, чем семьи, и наоборот. Этим подчеркивается важность процесса регуляции, сопровождаемого изменением тех переменных (заработной платы и цен), которые противоположно воздействуют на семьи и предприятия. Этот процесс избирательно затрагивает отрасли хозяйства и разные группы семей. При планировании знание этих параметров важно особенно в условиях роста урбанизации, когда надо предусмотреть дополнительные стимулы (положительные или отрицательные) с учетом силы уже существующих мотивов.

4. В контексте двух предыдущих параграфов и независимо от того, может ли конкретный город обеспечить обслуживанием в «соответствующем» количестве предприятия и семьи, возникает серьезная проблема: какие критерии и принципы помогают определить цены и издержки на коммунальные услуги, имея в виду, что действующие лица в экономике оплачивают их в форме налогов или другим образом. Как измерять или вычислять эти затраты и выгоды?

Предельная или же средняя полезность и стоимость действует при установлении тарифов на коммунальные услуги? До какой степени принимать во внимание все сопутствующие выгоды и издержки (при достижении верхнего предела в потреблении услуг и ранее этого уровня)? Ответ на эти вопросы в значительной мере зависит от общего благосостояния и производительности. Эти факторы определяют уровень и крутизну линии графика, построенного по функции затрат и функции прибылей для предприятий и семей. Следовательно, они влияют на представление об оптимальном размере города у действующих лиц. Легко понять, что тарифы служат важным инструментом осуществления региональной политики в вопросе о размере городов.

5. Распределение городов в пространстве, в частности расстояния соседства у городов и удаленность от крупнейших центров экономики, влияет на экономическую интеграцию городов как в рамках государства, так и мировой экономики. Соответственно меняются скрытые выгоды (или издержки), с которыми встречаются действующие лица в каждом конкретном городе. Источником выгод, обусловленных агломерированием, служат не только связи внутри города, но также и связи между городами, хотя, естественно, уровень этих последних снижается по мере увеличения расстояния между городами. Следовательно, оптимальный размер города довольно сильно зависит также и от распределения городов по территории. Это как раз одна из зависимостей, которые делают проблему многоаспектной. Об этом следует помнить, принимая решения по всем вопросам регионального планирования.

Здесь достаточно обратить внимание на то, что структуры оптимальных размеров города в их статическом и динамическом аспектах и в территориальном размещении городов взаимообусловлены, а все вместе они зависят от мобильности рабочей силы и капитала, не говоря уже о других факторах, частично упомянутых ранее. Только обозначив начальные условия в виде сведений об историческом развитии и распределении населения и имея информацию о мобильности рабочей силы и капитала, можно вычислять размеры городов и их размещение. Притом предполагается, что линии безразличия, рассмотренные ранее, известны количественно, и существует информация о влиянии на них расстояний между городами. Это лишь некоторые из факторов, которыми обусловлена пространственная организация и концентрация, но и этого достаточно, чтобы видеть трудности на пути увязывания всех факторов в цепь умозаключений.

Эмпирические закономерности

Замечательно, что при всех этих сложных взаимосвязях исследователи иерархии и размещения городов достигли успеха в установлении простых количественных соотношений между городами. Сформулировано правило о соответствии между рангом и размером городов, что впервые сделано Зингером и Зипфом. Сорок лет назад Кристаллер создал систему иерархии городов, применимую

к условиям действительности и ставшую основой для теории центральных мест. Из-за описанных выше трудностей никто не смог и не сможет соединить эти результаты количественно с принятием решений на уровне отдельных действующих лиц в экономике, включая сюда и учет социальных и других взаимосвязей. Правило ранга и размера, а также системы иерархии городов являются эмпирическими соотношениями. Их параметры можно измерять в реальном мире, но их нельзя вывести строго из более фундаментальных данных.

Здесь нужно задать следующие вопросы:

1. Какие макроэкономические взаимосвязи реального мира приводят к системам, подчиняющимся правилу ранг — размер, и какие к системам иерархии городов?

2. Насколько строги и стабильны эти «законы», насколько можно им доверять?

3. Можно ли опираться на эти эмпирические соотношения, принимая решения в области региональной политики?

Прежде всего рассмотрим факторы, которые приводят к определенному количеству упорядоченных явлений (систем), а затем обратимся к ограничениям, уменьшающим сопоставимость этих систем с реальными ситуациями. Хотя числовые соотношения ранга и размера и рисунок иерархии городов должны рассматриваться одновременно, мы займемся ими поочередно. Дело в том, что при определенной идеализации числовые соотношения могут быть исследованы и в непространственном аспекте. Причинами, упорядочивающими размеры города, могут быть (и часто действительно являются) следующие факторы: 1) размеры рынков сбыта, а также и 2) ключевые переменные — такие, как ставки заработной платы и дефицит земли, — которые зависят от размера городов, причем 3) количество людей, которые предпочитают определенный размер города (по категории численности населения), обратно пропорционально размерам города, то есть численность желающих жить в городах с людностью от 100 000 до 200 000 человек выше, чем тех, кто предпочитает города с населением от 200 000 до 300 000 человек; они же в свою очередь многочисленнее, чем лица, избравшие категорию города с населением от 300 000 до 400 000 человек, и так далее.

Последнее правило никоим образом не вытекает из

теоретических рассуждений. При одинаковом числе людей в каждом из перечисленных выше интервалов населенности оказалось бы, что размеры городов убывают быстрее, чем это наблюдается в действительности (за исключением очень малых городов). Можно заметить лишь, что особый случай кумулятивного частотного распределения, о котором говорилось выше, сопровождается распределением городов, похожим на правило ранга и размера. (При этом сохраняется более или менее постоянная крутизна линии графика во всей области определения функции.)

Но здесь еще возникает проблема распределения людей, чьи предпочтения описываются частотным распределением по городам конкретных размеров. Случаи существования далеких от оптимума городов возникают, например, из-за отсутствия города того конкретного размера, который удовлетворял бы многих. Поэтому появляется слишком много городов, несколько меньших по размеру, и слишком много более крупных городов; при этом можно ожидать, что механизм заработной платы и арендной платы заставит быстрее расти города, не достигшие оптимального размера, в то время как города, которые слишком велики, будут расти медленнее. Это может устранить отклонения от оптимального размера городов, хотя и нет гарантий, что динамические свойства такой системы приведут к нужному равновесию.

Полагая, что механизмы регуляции, обсуждаемые позднее, могут привести к оптимальным размерам города, можно было бы получить систему в соответствии с правилом ранг — размер при условии, что предпочтения действующих лиц в области экономики строятся так же. Наблюдаемое убеждает, что такие условия соблюдаются во многих странах. Но обратим внимание на то, что даже если в стране и сложились вполне четкие соотношения согласно правилу ранг — размер, то отклонения для крупнейших городов в большинстве случаев очень велики. Эти большие по абсолютным числам отклонения у больших городов от предполагаемых для них размеров складываются на обычных графиках, где используется логарифмическая шкала по осям X и Y . Что же касается выводов, которые могут быть сделаны на основе правила ранг — размер, то нужно сказать, что бессмысленно делать их лишь на основании изучения только свойств самого города, то есть независимо от рассмотрения всей системы распределения городов по

размерам. С точки зрения конкретных мер управления правило ранг — размер служит слишком грубым инструментом, чтобы иметь сколько-нибудь реальную ценность; его применение может вызвать нежелательные результаты. Независимо от того, имеются отклонения от правила или их нет, всегда нужно искать конкретные причины для конкретных процессов развития.

Как хорошо известно, в модели пространственного размещения городов за отправную точку берется представление о разном размере зон сбыта для различных товаров. Число покупателей на определенной территории и эффект агломерации не используются при выводе простых моделей иерархии, связанных с именем Кристаллера. Эффект агломерации упоминается только при интерпретации этих моделей. При обычных постулатах такие модели показывают определенную упорядоченность в распределении городов по однородной равнине, а при дополнительных постулатах удается вычислить и абсолютные размеры города. Важно заметить, однако, что для иерархии городов с довольно правильным распределением в пространстве требование о совершенно однородной равнине не обязательно. Желательно лишь, чтобы пространственное распределение населения и природных ресурсов не было слишком неравномерным в целом (отдельные виды сырья могут и не распределяться равномерно). Нужно, чтобы доля сельского хозяйства не была слишком малой, а мобильность населения в отношении дальних поездок и скрытые выгоды от использования коммунальных сетей еще не слишком разрослись. Такие условия сложились в южной Германии около 1930 г.; они свойственны сельскохозяйственному Среднему западу США, а также многим развивающимся странам. Действительно, как и в случае с правилом ранг — размер, если зоны сбыта очень различны для различных товаров, то в этом случае оптимально иметь определенную иерархию городов, потому что более крупные города имеют в сфере услуг функции более высокого порядка, чем меньшие по размеру города. Детальное описание этих условий здесь не требуется.

Очевидно, что каждый из постулатов в модели Кристаллера отстает от реальности: игнорируются почти все важные макроэкономические процессы и линии обратной связи. Тем не менее в целом они указывают на определенную степень иерархической организации, хотя и не

для отдельных товаров. В соответствии с реальным состоянием дел нет необходимости постулировать, что все города одного размера имеют сходные функции. Возьмем в качестве отправной точки какой-то один город C . Предположим, что по экономическим причинам, например чтобы реализовать за пределами C выгоды, обусловленные менее оплачиваемой рабочей силой и низкой арендной платой, какое-то новое предприятие размещается в городе меньшего размера, в стороне от C . Это предприятие будет пытаться обслуживать рынок сбыта, не довольствуясь теоретически ближайшей $1/6$ частью в круговой зоне возле C . Возможно, им будет снабжаться большая часть всей территории. Таким образом, почти любой из малых городов вокруг C может развиваться на основе эффекта агломерации и занять второе место по размеру вслед за C . Для производства других товаров может быть выбрано другое место, и соответствующий город в свою очередь может стать третьим вслед за C . Аналогично может вырасти и четвертый город и так далее. Следовательно, можно предположить, что будет развиваться какая-то иерархия размеров с той или иной специализацией, но не в качестве случайных флуктуаций от правильной решетки, обусловленной иерархией центральных мест, а в силу присущих экономике механизмов. Поэтому в более реальных моделях точная группировка городов по дискретным уровням положения в сети центральных мест становится невозможной, так как изменения происходят более или менее плавно, так же как и в отношении частотного распределения, о котором говорилось в предыдущем разделе.

Таким образом, при определенных условиях из пространственных моделей также следуют определенные закономерности размера городов, в частности если интегрируются результаты по многим регионам. Результаты могут совпадать с правилом ранг — размер. Следовательно, два подхода — через предпочтения к размеру города и через размежевание зон сбыта — могут подкреплять друг друга. Но из таких моделей зон сбыта никогда нельзя вычислить конкретные уравнения для правила ранг — размер (например, с коэффициентом, равным минус один) или показать оптимальность размеров. Далее, эти закономерности для зон сбыта и ранга — размера сглаживаются по мере развития мобильности трудовых ресурсов при высокой степени урбанизации и при развитии эффекта агломерации,

Системы, которые мы наблюдаем сегодня, в значительной степени унаследованы от тех этапов развития, когда эффект агломерации был слабее, чем сейчас.

Отклонения от правильных распределений

Мы рассмотрели случаи, когда структура индивидуальных предпочтений или процессы саморегулирования в экономике приводят к правилу ранга — размера и к упорядоченности зон сбыта. Эти правильные распределения во многих случаях удается обнаружить в реальном мире. Теперь предположим, во-первых, что такая упорядоченность оптимальна и в известном смысле служит «нормой», и поставим вопрос, в каких ситуациях эта «норма» не могла быть реализована. Важным, далее, является вопрос о том, нужно ли при региональном планировании стремиться к упорядоченным распределениям?

Для ответа на первый вопрос предположим, что в силу конкретных исторических обстоятельств возникли и

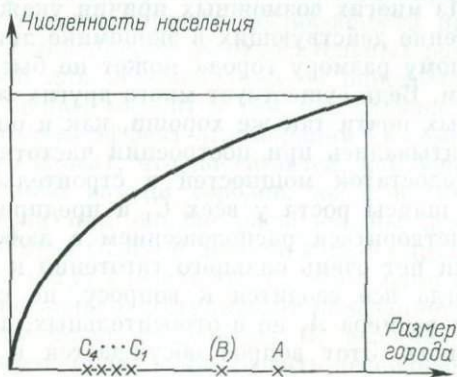


Рис. 2. Кумулятивное частотное распределение и действительные размеры города.

существуют только столица (A) и многочисленные города средних размеров ($C_1, C_2 \dots$) — назовем их центрами «третьего порядка». Что касается центров «второго порядка», то они неразвиты — возможно, из-за сильной централизации или других опускаемых сейчас факторов. Предпо-

жим, что 1) существует правильное распределение индивидуального оптимума по отношению к размерам города, которое описывается кумулятивным частотным распределением, изображенным на рис. 2, и что 2) если не принимать в расчет более мелкие города, существуют только A и C_1, C_2, C_3, C_4 , размеры которых указаны крестиками на оси абсцисс.

Городская структура имеет большой разрыв между A и C , и разрыв скорее будет увеличиваться, а не сокращаться. Это имело бы место, будь все C региональными центрами, при условии, что все лица, предпочитавшие некоторый город B , но стоящие перед выбором между A и C (рис. 2), решали бы в пользу C . Взятые в целом, эти лица разделили бы свои выборы равным образом между соответствующими субцентрами. Отсюда ни один из C не усилится достаточно, чтобы соперничать со столичным городом. Прежде чем настаивать на каком-то административном вмешательстве в этот процесс, необходимо спросить, почему он получил развитие, несмотря на существование частотного распределения, подобного показанному на рис. 2. Из многих возможных причин укажем две.

1. Тяготение действующих в экономике лиц к какому-то конкретному размеру города может не быть очень избирательным. Ведь существует много других городов, размеры которых почти так же хороши, как и оптимальные, которые учитывались при построении частотного распределения. Недостаток мощностей в строительстве может ограничить шансы роста у всех C , и предприятиям придется удовлетвориться расположением в любом ближайшем C . Если нет очень сильного тяготения к городу размера B , тогда все сводится к вопросу, не слишком ли велик город размера A , не в относительных, а в абсолютных величинах. Этот вопрос обсуждается в следующем разделе.

2. Даже если и есть тяготение к размеру B , то на практике все равно возможен выбор города C , находящегося в данном районе, а не города B , расположенного где-то еще. Здесь могут сказаться сильные исторические, земляческие или региональные приверженности, когда в выборе местоположения конкурируют только два варианта: столица и свой район. Традиция такого ограниченного выбора может повлиять и на решения в сфере ведомств, в промышленности и в торговле. Предпочтения на уровне се-

мей, возможно, обусловлены тем же. Жизнь всей страны может исходить из того, что существует лишь один общегосударственный центр и большое число мелких провинциальных центров. Никто в этом случае и не вспомнит об отсутствии *B*, призванного возглавить большие районы.

В такой ситуации по тем же мотивам будет трудно осуществить региональную политику, направленную на развитие одного-двух *C* до уровня *B*. Ревнители установившихся порядков могут препятствовать этому: предпочтительное внимание к одному-двум городам им будет не по душе. Да и почему, собственно, ситуацию надо менять? Ведь экономика полностью адаптировалась к данному виду пространственной организации, и это почти наверняка означает, что реорганизация была бы дорогой и, следовательно, не оптимальной как с точки зрения ближайших или вскоре последующих результатов, так, возможно, и с точки зрения долгосрочного планирования. Пока никто не смог доказать, какая организация лучше. И в такой ситуации консерватизм не является наихудшим. Но, напомню, все еще открыт вопрос об абсолютных размерах столицы.

Одна из главных причин неспособности правила ранга — размера, говорящего об относительных размерах, служить основой для рекомендаций об определенной региональной политике, состоит в том, что главное назначение городов — создать эффект агломерации (в самом широком смысле этого слова), что достигается, как уже было сказано, не только внутри городов, но и в связях между городами, если они близко расположены друг к другу. Итак, два центра *C*, имея дополняющую друг друга специализацию, могут сделать то же, что и один центр *B*.

Можно несколько отступить от показанного на рис. 2: отсутствовать могут не центры *B*, а сама столица *A*. Тогда, наоборот, будут существовать несколько региональных *B*-центров. Такая ситуация не столь часто встречается, но вполне реальна. Она возможна в стране, где политическая и административная концентрация невысока и где многие «общенациональные» функции были взяты на себя региональными столицами, которые наладили определенное разделение труда при производстве товаров и в «общенациональных» службах. Если люди пришли к данному виду пространственной структуры, вся экономика страны в целом может работать не менее эффективно, чем в случае одной национальной столицы. И я не думаю,

что люди будут менее счастливы в такой ситуации. Более того, я не думаю, что политическая значимость страны на международной арене в сильной степени зависит от пространственной организации ее экономики или ее городов. Мой тезис состоит в том, что удовлетворительный экономический рост, равно как и личное счастье обитателей страны, допускают разнообразие в пространственной концентрации населения и в его занятиях. Предпочтения лиц к тому или иному размеру города не возникают от природы, но определяются тем, что опробовали люди из специфических процессов развития экономики, политики и технологии. Таким образом, сопоставляя страны по размеру их городов в любой данный момент, мы обнаруживаем широкую полосу нейтрального отношения к величине города. Очень важно понять, где лежат границы этой полосы, что будет сделано позднее.

Концентрация, дисперсия и рост

Положение о широком диапазоне нейтральности в возможностях роста городов относительно их пространствен-

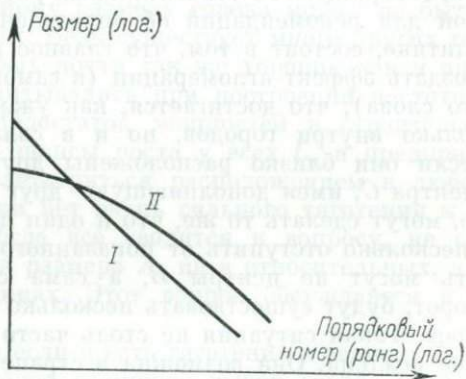


Рис. 3. Соотношение городов по правилу ранг — размер.

ной концентрации не может быть доказано сколько-нибудь точным способом. Но это положение можно подкрепить двумя способами: 1) ссылкой на те страны, где размещение городов разнообразно до крайностей, хотя темпы роста

их хозяйственных показателей одинаковы на сходных стадиях экономического развития, и 2) используя теоретический пример. В обоих случаях рассматриваются распределения городов по рангу и размеру в соответствии с двумя кривыми I и II на рис. 3.

1. Эти две кривые на рис. 3 приблизительно описывают ситуацию, характерную для Франции (I), где, кроме столицы, нет городов с численностью населения от восьми до одного миллиона человек, и для ФРГ (II), в которой существует несколько региональных столиц, но нет одного общего столичного города — хотя с точки зрения абсолютной численности населения (но не функций) такая агломерация, как Рур, сопоставима с Парижем. Изучая иерархию экономических или административных функций и заботясь о правильном применении правила ранг — размер, мы не можем рассматривать Рур в качестве *единого центра* и, следовательно, не можем считать его одним городом. Обе страны и их экономика адаптировались к различно сложившимся условиям, и трудно утверждать, что та или другая ситуация лучше (не рассматривая вопроса об абсолютном размере Парижского района). Невозможно доказать также, что промежуточная ситуация — нечто среднее между ситуацией I и II — была бы предпочтительнее ситуации II. Наоборот, большинство людей считали бы такую ситуацию худшей, поскольку внутренняя планировка региональных центров ФРГ — их физические структуры — не позволяет легко удвоить численность населения и, уж конечно, никому не придет в голову снизить людность Парижа в два раза.

2. Теоретический пример очень прост. Он основан на скорости распространения экономического прогресса (или новой технологии) от центров к более мелким городам и деревням. Возьмем только два полярных случая и сравним их. Две страны отличаются числом центров A (столицы) и центров B (города следующего уровня значимости), но в распределении по районам всех городов более низкого порядка в их числе и людности нет различия. Страна I имеет только A -центр и не имеет B -центров, а страна II не имеет A -центра, но имеет k одинаковых по размеру B -центров, население которых (N_A) в совокупности равно численности населения города A . Иначе говоря,

$$N_A = kN_B \quad \text{или} \quad N_B = N_A/k.$$

Теперь рассмотрим влияние A и B на остальное население и занятость по всем другим городам более низкого порядка. Пусть влияние города A , или число посылаемых им сигналов во внешнее окружение, зависит экспоненциально от его размера (возводим N_A в степень α). Что касается сигналов, воспринятых N_C действующими лицами в экономике, то это общее число сигналов пусть будет пропорционально N_C при обратной пропорциональности территории S , через которую посылаются сигналы из города A (результаты не становятся лучше, если вводится экспонента для N_C , не равная единице).

Таким образом, общее, воспринимаемое в сети городов, влияние города A должно измеряться как

$$N_A^\alpha \cdot N_C \cdot S^{-\beta}.$$

Теперь возьмем другой крайний случай: имеются только B -центры в количестве k . Численность населения каждого из этих городов равна N_C/k , и территория зоны влияния у каждого составляет S/k . Воздействие любого из этих равных центров создает воспринимаемое в остальном регионе влияния

$$N_B^\alpha \cdot (N_C/k) \cdot (S/k)^{-\beta} = (N_A/k)^\alpha \cdot (N_C/k) \cdot (S/k)^{-\beta} \quad (I)$$

Соответственно на всех вместе распространяется влияние

$$k \cdot (N_A/k)^\alpha \cdot (N_C/k) \cdot (S/k)^{-\beta} = k^{\beta-\alpha} N_A^\alpha \cdot N_C \cdot S^{-\beta}. \quad (II)$$

Воздействия, описываемые уравнениями (I) и (II), отличаются фактором $k^{\beta-\alpha}$, который зависит, как предполагалось выше, от того, каким образом растет эффект агломерации с увеличением города и как затухает влияние в пределах зоны влияния. Если $\alpha = \beta$, то нет разницы между двумя случаями; если $\alpha > \beta$, то большая концентрация городов усиливала бы шансы роста для всей экономики в целом, и наоборот. Априорно и на основе наших знаний оба случая возможны. Поэтому мы должны спросить, в какой ситуации α наверняка будет больше β и в какой ситуации можно ожидать противоположное соотношение. Это приводит нас к вопросу об абсолютных размерах агломераций, к которым следует стремиться, и к вопросу о мобильности товаров или технологии; эти вопросы в свою очередь связаны с уровнем экономического развития каждой конкретной страны.

Эффект агломерации и особенностей роста

Все экономическое развитие — уровень занятости, равно как и темп роста, — требует и в то же самое время создает все более увеличивающуюся интеграцию всех действующих в экономике лиц: внутригородскую, межгородскую, межрегиональную интеграцию. Интеграция — это до известной степени другое выражение эффекта агломерации или скрытых выгод хозяйственной деятельности, возникающих в условиях близлежащих городов или частично слившихся городов. Здесь важна не столько интенсивность интеграционного процесса в экономике в целом (в измерении на душу населения), но абсолютный общий размер разных родов деятельности: размер рынков или абсолютный размер сети экономических взаимодействий, создающий возможность специализации и обмена.

Величина скрытых выгод или эффекта агломерации (включая выгоды межгородского взаимодействия), помогающих развитию и благосостоянию действующих лиц в экономике, может быть определена в широком смысле такими величинами, характеризующими все хозяйство в целом, как: 1) уровень экономического развития (измеряемый такими переменными, как доходы на душу населения, процент занятых или степень урбанизации) и 2) общая занятость (или общая численность населения) в интегрированной национальной экономике.

Важны и величины, которые указывают на положение действующих в экономике лиц в пространственной сети экономической деятельности, а именно: 3) степень их интеграции в национальной экономике и 4) степень их интеграции в мировой экономике.

Последние два обстоятельства в упрощенном виде могут быть количественно выражены в виде соответствующих потенциалов. Не обсуждая здесь точные количественные оценки, можно удовлетвориться указанным способом описания соответствующих факторов. Важно подчеркнуть следующее. С точки зрения конкретного действующего лица экономики и возможностей его развития перечисленные четыре обстоятельства до некоторой степени взаимозаменяемы. В частности, это справедливо по отношению к внутреннему и мировому рынкам.

Определив ситуацию и страну, мы имеем пункты 1 и

2 как отправные точки для сформулирования особенностей развития. С точки зрения региональной и внешней торговли возможен некоторый выбор между пунктами 3 и 4. Обычно экономическое развитие подразумевает рост не только по пункту 1, но также и по пунктам 3 и 4, но здесь есть некоторая свобода выбора. Ведь экономический рост может определяться в большей степени либо международными экономическими отношениями (вариант *a*) и, следовательно, международной экономической интеграцией, либо внутринациональным процессом урбанизации и концентрации экономических предприятий — концентрации, которая дает прежде всего скрытые выгоды. Нужно помнить, однако, что бывают случаи, когда успех по достижению цели (*a*) приводит к достижению второй цели (*b*) быстрее, нежели в том случае, когда приоритет при планировании экономики был отдан прямо этой второй цели. Например, такая ситуация возникает, если столица стала важным центром международной торговли и развития и если другие крупные города благодаря их международным торговым связям получают сильные стимулы развития.

Возвращаясь к случаям, наиболее интересным с точки зрения структуры региональной экономики, разграничим две типичные ситуации, свойственные двум разным стадиям экономического развития.

1. Степень урбанизации и пространственной концентрации экономики еще мала. В этом случае уровень скрытых выгод будет недостаточным для быстрого экономического развития. Абсолютный размер всех городов или агломераций таков, что только по мере роста возникают выгоды на основе эффекта агломерации.

2. Процессы урбанизации и концентрации достигли такого уровня, когда процессы городского роста еще создают скрытые выгоды, но уже в затухающем темпе при возрастании значения выгод от связей между городами — как в свете средней, так и предельной полезности.

Пусть общее количество (положительное) скрытых выгод для всей экономики (пренебрегая международными влияниями) выражается формулой

$$\sum_{i,j} N_i^{\alpha/\beta} N_j^{\alpha/\beta} d_{ij}^{-\beta} \quad (i,j = 1, \dots), \quad (III)$$

где учитывается как эффект агломерации внутри каждого города (если $i=j$, то $d_{ij}=1$), так и общий для всех горо-

дов эффект агломерации, возникающий при связях между городами ($i \neq j$). Тогда случаю 1 соответствуют (в частности, для сравнения со случаем 2) относительно высокие значения как α , так и β , при этом $\alpha > 1$. Случай 2 возникает, если внутригородской эффект агломерации убывает (с точки зрения предельной полезности), а эффект агломерации от связей между городами возрастает так, что положительные влияния размера города и отрицательные влияния расстояний одновременно убывают. Таким образом, два случая могут рассматриваться как две стадии экономического развития.

Исключительно с целью иллюстрации исходная ситуация в стране может быть описана с помощью правила ранг — размер городов, как это показано на рис. 4 ниж-

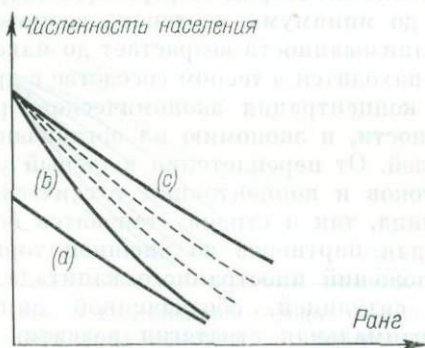


Рис. 4. Распределение городов по правилу ранг — размер.

ней линией (a). Это распределение может служить в дальнейшем в качестве отправного распределения для сравнения.

Оптимальная региональная политика, которую следует проводить в этой ситуации, в сильной степени зависит от того, какой стадии экономического развития достигла страна, а именно стадии 1 или стадии 2, описанных выше. К этому нужно добавить, что вслед за стадией 2 может следовать другая стадия, подобная стадии 1. Вот почему я подчеркиваю, что действительный уровень скрытых вы-

год, порожденных урбанизацией, мал по сравнению с нуждами экономического развития. Эти нужды зависят от производственной функции и от функции предпочтения в самом широком смысле этого понятия.

На стадии 1, и особенно если β велико и выгоды от агломерационных связей между городами еще малы (и если вся экономика в целом жестко ограничена в затратах на инфраструктуру), объем эффекта агломерации выражается следующим упрощенным вариантом формулы (III):

$$\sum_i N_i^{\alpha}. \quad (IV)$$

При сформулированных постулатах возможности общего роста в этом случае максимизируются, если сконцентрировать этот рост в минимально возможном числе городов. (В терминологии теории информации энтропия уменьшается этим до минимума, а степень возможной в такой ситуации организованности возрастает до максимума). Если страна не находится в тесном соседстве с другими странами, такая концентрация экономического развития создает, в частности, и экономию на организации внешних торговых связей. От переплетения в тесный узел внешне-торговых потоков и концентрации технических достижений как столица, так и страна становятся более привлекательными для партнеров во внешней торговле, равно как и для вложений иностранного капитала. Если сравнивать это с ситуацией, обозначенной линией (а) на рис. 4, то оптимальная стратегия развития в случае 1 требует большую (относительную и абсолютную) концентрацию предприятий в больших городах, что приводит к ситуации линии (b) даже в том случае, если конечной целью при планировании было бы распределение городов типа (c), которое сходно по форме с первоначальным распределением (a).

Это был бы курс к ориентации на общенациональный полюс роста. Насколько далеко таким курсом нужно следовать, зависит от того: 1) как быстро различные издержки агломерации дают о себе знать в столичном городе и 2) насколько быстро развитие такого общенационального полюса роста способно (и насколько ему позволено) переключаться на региональные и субрегиональные центры.

Если, с одной стороны, растет интеграция регионов и выгоды общей агломерации, несмотря на большие расстоя-

ния между городами, приобретают все большую значимость, а, с другой стороны, для больших городов их выгоды от внутригородской агломерации становятся слабее в свете предельной полезности ($da/dN < 0$ в выражении IV); то есть, если характерна ситуация 2, тогда надо стремиться к процессу урбанизации, описанному листообразным семейством кривых на рис. 5. Будет ли рост национальной столицы на последней стадии развития вновь идти более быстрыми темпами (распределение (e) на рис. 5), зависит частично от того, насколько относительно более крупные агломерации будут экономически осуществимы и политически желаемы. Именно здесь сказываются межрегиональная мобильность рабочей силы и капитала, а также политика в отношении роста различных регионов.



Рис. 5. Соотношение городов по правилу ранг — размер с учетом степени их экономического развития.

Подводя итог, можно утверждать, что не какое-то одно распределение ранга и размера городов, а много разных распределений этого вида в зависимости от экономических и политических обстоятельств, характерных для каждой конкретной страны, могут рассматриваться в качестве оптимальных. Параметры распределения не дают ключа, с помощью которого можно было бы принимать решения в вопросах национального планирования. Мы использовали графики ранга — размера как средство иллюстрации, и в этом качестве они полезны, но и только. Займемся теперь вопросом об абсолютных размерах города и о региональных распределениях.

Статистические исследования показали, что доходы на душу населения являются возрастающей функцией размера города или агломерации, если исключить из рассмотрения особые факторы и ситуации. Несмотря на всеобщность этого наблюдения, мы еще слишком мало знаем о преимуществах и издержках больших городов. Мы знаем, что большие агломерации были движущими средствами экономического развития, но во многих смыслах они не смогли решить свои собственные экономические и политические проблемы, которые возникли вследствие этого экономического развития. И опять, мы не можем с уверенностью знать, относятся ли эти два утверждения к конкретной исторической ситуации, сложившейся к середине двадцатого века, или они также останутся в силе и в будущем. Мы не знаем, будут ли эти преимущества и издержки усиливаться в будущем; и, кроме того, знаем слишком мало о том, на кого возложить издержки.

Задачу о наилучшей структуре городов по их размеру было бы значительно легче решать, если бы выгоды от агломерации были простой функцией размеров города, как это предполагалось ранее, согласно формулам III и IV. В этих формулах предполагается, что единственное значение для α — служить индикатором выгод агломерации в пределах города, и оговорка сделана лишь о возможном изменении α в зависимости от стадии экономического развития, достигнутого страной. Но в предыдущем разделе я упомянул о случае, когда α может систематически изменяться в соответствии с N . Во всех этих случаях, пока производная da/dN равна нулю или некоторой константе, при которых α сохраняется повсюду либо большей, либо меньшей единицы, ответ на вопрос об абсолютных размерах города может быть дан в терминах относительных размеров города: информация о том, что город A больше, чем город B , достаточна, если мы хотим получить ответ на вопрос, являются ли выгоды агломерации при изменении их на душу населения выше для A или же для B . Это возможно потому, что в этих случаях предельный эффект агломераций (с точки зрения размера города) монотонно зависит от размера города, в то время как средние значения эффекта агломерации либо растут, либо сокращаются (или константны) всюду, когда размер

города увеличивается. 1. Если $\alpha > 1$, то есть эффект от агломерации за счет связей внутри города в расчете на одного занятого растет по мере роста размера города, тогда темпы роста всех городов будут положительной функцией размеров города, но при условии, что коэффициенты эластичности для материальных элементов производства, которые необходимо привлечь в города из внутренних районов страны, одинаковы для каждого города и поэтому не зависят от его размера. 2. Наоборот, если эффект агломерации за счет связей внутри города сокращается с ростом города, то в этом случае города меньшего размера, очевидно, имели бы больше шансов для роста, нежели крупные. В общем, ни один из этих двух случаев (1) и (2) нереален даже для конкретной страны: исторический опыт показывает, что α зависит от N , и эта зависимость вообще немонотонна. По одной только этой причине нельзя обойтись без рассмотрения абсолютного размера города.

Наиболее относящимися сюда случаями как с практической точки зрения, так и в свете обстоятельств, интересных теоретически, являются те, когда по мере роста городов их предельные выгоды от агломерации имеют различные значения в городах различных размеров, причем средние значения выгод от агломерации растут в городах одного класса размеров и сокращаются в городах другого класса размеров. Это значит, что возможности роста являются немонотонной функцией абсолютного размера города. И вполне возможно, что если рассматривается весь диапазон размеров города, то нет точно очерченной тенденции к улучшению или ухудшению возможностей роста в зависимости от размера города, когда о возможностях судят по выгодам от (внутригородской) агломерации. Однако здесь оказались бы определенные пороговые значения размеров города, при которых рост ускоряется или задерживается. А в целом не наблюдалось бы корреляции, ни положительной, ни отрицательной, между размерами города и темпами роста. Пути для перехода выгод агломерации в возможности роста зависят от изменений в соответственно предельных и средних выгодах агломераций, которые происходят, если то или иное действующее лицо экономики расположится в городе (или покинет его).

Строго говоря, предельные и средние значения могут быть определены только для идентичных экономических

единиц, в данном случае для предприятий или семей (так же как при вычислении средней производительности рассматривается совокупность идентичных изделий). По отношению к выгодам от агломерации для действующего лица в экономике значение предельной выгоды от агломераций есть сумма (дополнительных) чистых выгод, которые возникают для всех сходных единиц после появления этого лица, то есть они включают и данную экономическую единицу наряду с остальными, которые уже имеются в городе. Средние же выгоды от агломерации для какой-то конкретной экономической единицы означают выгоды и издержки, которые город в целом обеспечил в среднем всем экономическим единицам, включая и данное лицо или предприятие (сюда входит размер рынка, уровни заработной платы и цен, арендные платы, качество коммунальных услуг в городе, перебой с транспортом и т. д.). В свете этих определений предельные и средние значения выгод агломерации равны, если совокупность чистых выгод, возникающих от появления данной конкретной экономической единицы, равна нулю. (Средняя не изменяется, если предельное значение равно средней.) В этом случае общее благополучие всех экономических единиц не затронуто и совокупность выгод или издержек в коммунальном секторе города равна совокупности выгод или издержек у данной конкретной экономической единицы: к этому определению уже нет необходимости добавлять что-то, кроме указания об идентичности всех экономических единиц.

На практике основу всех решений, принимаемых действующими лицами экономики, почти всегда определяют средние значения выгод агломерации, хотя с точки зрения эффективности основой для таких решений должны служить предельные значения: ведь в расчет должна приниматься разница между издержками и выгодами данного лица и коммунальных служб города.

Это могло бы быть сделано с помощью конкретных административных мер — субсидий или платежей по отношению к предприятиям или коммунальным службам города, причем необходимо исходить из разницы между предельными и средними выгодами от агломерации. В отсутствие таких административных мер, когда предельные значения выше, чем соответствующие средние значения, мотивы, побуждающие движение предприятий в город,

слабее по сравнению с их вкладом в предельные выгоды агломерации. Наоборот, если предельные выгоды агломерации падают и если они меньше, чем соответствующие средние значения, то мотивы, побуждающие движение в город (или невыезд из города), выше, чем это диктуется общей эффективностью. Это важный фактор, который может привести (и на практике приводит) к сверхкрупным по размеру агломерациям. В противоположность этому субоптимальные города создают слишком мало стимулов и поэтому, вероятно, они растут слишком медленно. При разработке программ развития необходимо помнить, что программы, оптимальные с точки зрения краткосрочных результатов, совсем необязательно будут оставаться оптимальными и с точки зрения долгосрочных результатов; в частности, надо ожидать, что выгоды от агломерации будут изменяться в процессе экономического развития.

Во всех утверждениях относительно действующих лиц в экономике предполагалось, что мобильные лица (предприятия) сравнивают преимущества, предоставляемые им разными городами, и затем выбирают тот из них, который предлагает наибольшие средние значения выгоды агломерации для этих лиц (предприятий).

Наиболее интересным, равно как и наиболее реальным, является случай, когда разница между предельными выгодами от агломерации и средними выгодами от агломерации положительна в городах определенного класса по размеру и отрицательна в других. Чрезвычайно трудно, однако, получить надежные эмпирические данные о соответствующем диапазоне размеров города или о пороговых значениях и в то же самое время принять во внимание (возможно, изменяющуюся) промышленную структуру города. Это делает обобщения практически невозможными. Более того, значения пороговых величин очень сильно зависят не только от всевозможных неэкономических факторов и экономической структуры (в самом широком смысле этого слова) в городе и его зоне влияния, но также и от количества соревнующихся центров в рамках данного региона или всей страны. Если в каком-то регионе имеется только один большой центр данного размера, то для него выгоды от агломерации внутри города заведомо больше, чем для города такого же размера, но имеющего в этом же регионе несколько соревнующихся с ним центров. Причина в том, что в обоих упомянутых случаях

экономические структуры, равно как и зоны сбыта этих двух сравниваемых городов, неизбежно различны. Итак, единственный центр обладает, с одной стороны, большими выгодами от внутригородской агломерации, но в то же время более слабыми выгодами от межгородских связей, чем центр, имеющий сильных соперников, функционирующих в том же самом регионе. Эти соотношения учитываются далее при обсуждении размеров города и расстояний между городами.

Несмотря на почти непреодолимые трудности при оценке эмпирических функций, связанных с размером города, структурой экономики и выгодами от агломераций и, следовательно, при получении значений средних и предельных выгод и издержек от агломерации, все же можно сделать один важный вывод для всех стран, в частности для развивающихся. Если размеры городов слишком велики, значит, средние выгоды (в противоположность предельным) здесь все еще выше, чем где-либо еще. Во многих случаях национальные столицы взяли на себя функции, для которых величина города не является обязательной предпосылкой; это функции, которые могли бы взять на себя центры меньшего размера, если бы степень политической концентрации была меньше или если бы зарплата и скрытые выгоды были доступны и в других частях страны. Большие города были бы, действительно, меньшего размера, чем в настоящее время, если бы в них были сконцентрированы только те предприятия, которые либо нуждаются в выгодах от агломерации большого масштаба, либо (в каких-то других отношениях) функционально связаны с городом больших размеров (как вспомогательные производства для уже упомянутых предприятий), и если бы эти рассуждения были применимы также в области политической концентрации. Эти последние утверждения наталкивают на мысль, что, очевидно, большинство действующих лиц в экономике и политике, которые расположены в Центре, считают, что их деятельность соответствует функциям Центра. И как уже говорилось в начале статьи, все это сильно зависит от прошлого опыта, обычаев и от фактической организации экономики.

Важно понять, что курс на благоприятствование городам какого-то конкретного размера всегда подразумевает принятие решений, направленных против другой категории городов, меньшего и большего размера; это происхо-

дит потому, что те или иные центральные функции у этих городов обязательно отбираются. Такая ситуация остается в силе до тех пор, пока степень урбанизации и сумма свойственных центру предприятий берется за данное и пока действует регулирующий механизм заработной платы и цен.

Обратимся к простой иллюстрации, используя диаграмму о ранге и размере городов. Наше утверждение можно проиллюстрировать сравнением двух гипотетических стран I и II (рис. 6), которые, предположим, достигли одной и той же стадии урбанизации. В стране I имеется чрезвычайно большая национальная столица, которая развилась за счет других больших городов, что же касается более мелких городов, то они характеризуются

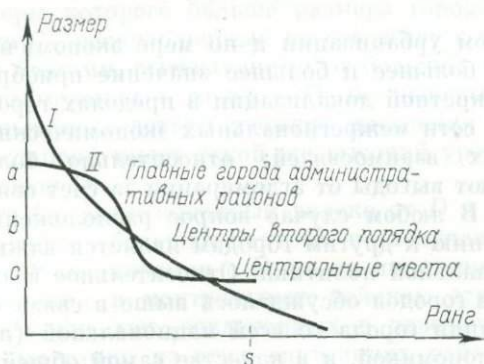


Рис. 6. Соотношение размеров городов в двух странах с различными системами городской иерархии.

распределением, которое для целей сравнения может быть принято равномерным или нормальным. В стране II, наоборот, столица имеет значительно меньшие размеры, но ее региональные центры (a), почти столь же велики, как и столица. Эти региональные центры в свою очередь выросли за счет субрегиональных центров (b), которые, следовательно, по крайней мере относительно, меньше в стране II. Далее, страна II проводит курс на благоприятствование росту еще более мелких центральных мест, с тем чтобы в стране было S городов, численность населения которых была бы по крайней мере не меньше, чем значение, обозначенное точкой b (рис. 6).

Все нам известное не позволяет доказать, будет ли вариант I, характерный для страны I, лучше или хуже варианта II. Но здесь есть существенное ограничение: отклонения вверх (в конкретных классах размера городов) от «эталонного распределения» обязательно должны быть скомпенсированы отклонениями вниз в других местах: взвешенные средние должны быть одинаковы, если только общая степень урбанизации не затронута также в региональных программах. Здесь, однако, накладывается другая переменная; плотность расселения в различных агломерациях.

Пространственные соотношения: размеры и расстояния

С ростом урбанизации и по мере экономического развития все большее и большее значение приобретает проблема конкретной локализации в пределах города и локализации в сети межрегиональных экономических и неэкономических взаимосвязей: относительно больший вес приобретают выгоды от агломерации за счет связей между городами. В любом случае вопрос расположения городов по отношению к другим городам является важным аспектом региональной политики. Относительное взаимное расположение городов обсуждалось выше в связи с вопросом об интеграции города со всей национальной (и международной) экономикой, и в качестве самой общей меры степени интеграции для данного уровня экономического развития упоминалось о значениях потенциала (скажем, потенциала населения). В дополнение к этой суммарной общей мере важны значения расстояний соседства между городами, как более конкретные индикаторы выгод от агломераций, или выгод от межгородских связей, которыми располагает город. Таким образом, размеры городов и расстояния между городами должны рассматриваться одновременно, причем так, чтобы аспект размеров города фокусировал внимание на выгодах от внутригородской агломерации, а другой аспект — вопрос о расстояниях — позволял судить о важности выгод от взаимосвязей городов.

Чтобы проиллюстрировать значение взаимосвязи между размерами городов и расстояниями между ними, возьмем большой городской центр D , который является важ-

ным центром роста, и рассмотрим более мелкие города C_i , расположенные на разных расстояниях от D . Что касается размера D , то здесь подразумевается такая территория городского образа жизни, население которой для промышленно развитых стран составляет около миллиона человек, что может обеспечить собственный рост (ни в коем случае не «автаркию»), но без тесных связей с другими аналогичными территориями. Для развивающихся же стран эта цифра может составлять 250 000 и выше, в зависимости от плотности населения, степени и интенсивности урбанизации, равно как и от уровня межрегиональной и международной торговли, которые влияют на город D .

Теперь рассмотрим более мелкие города региона, центром которого является D и который не имеет другого города, размеры которого больше размера города C .

1. Центр C_1 , расположенный по соседству с городом D , пользуется благами, вытекающими от больших общих выгод при агломерации с городом D ; он выигрывает и от всевозможных последствий избытка населения в D и до некоторой степени имеет такой же высокий уровень дохода, как и город D .

2. Центр C_2 , расположенный далеко от D и еще дальше от всех других больших центров, не получает никаких благ от выгод агломерации с D , но он имеет преимущество расположения в центральных районах страны. Для переселенцев или лиц, вовлеченных в повседневные маятниковые миграции из этих внутренних районов, город C_2 , естественно, является желаемым местом, где можно найти работу, а уровень заработной платы здесь может быть ниже, чем в городах, более близко расположенных к D , — это является привлекательным преимуществом города C_2 для предпринимательской деятельности. Итак, общие выгоды агломерации менее значительны в C_2 , чем в городах, соседствующих с D , но, с другой стороны, C_2 имеет большие шансы для развития собственных выгод от агломерации, если процесс роста уже начат. Чем больше расстояние от города D , тем крупнее должен быть город C_2 , чтобы быть привлекательным для рабочей силы и капиталовложений. Из-за большей удаленности от D местоположение C_2 обладает меньшей выгодой от междугородской агломерации, чем C_1 ; поэтому городу C_2 необходима большая выгода от собственной (внутригородской) агломерации для того, чтобы компенсировать это. В то же

самое время минимальный размер города C_2 неизбежно зависит от его расположения относительно остальных крупных городов. Чем больше межрегиональных связей проходит через C_2 , тем больше шансов для роста при данном начальном размере города.

Соотношения между необходимым размером C_2 и расстоянием от D показаны на рис. 7. Размер города C_2 , его расстояние d_{CD} от D и его связи с другими крупными городами взаимозависимы. На основании моих собственных наблюдений я полагаю, что для городов, размеры которых лежат в пределах от 20 000 жителей до одного

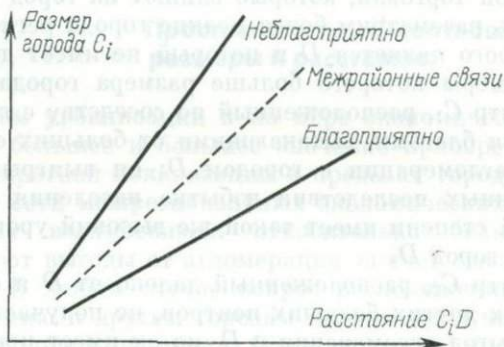


Рис. 7. Соотношение между размером городов и расстоянием между ними.

миллиона при $\alpha=1=\beta$, самое первое приближение в определении минимального размера C , к которому должен стремиться планировщик, имеет вид:

$$N_C = \alpha \cdot \beta^2 (d_{CD} - 25),$$

где N_C дается в 1000 жителей, d_{CD} — в километрах и функция определена в пределах между 35 и 325 километрами; α — фактор, корректирующий выражение для случая низкой плотности населения и нулевой степени урбанизации, $\alpha=0,3 \pm 1,0$; β — мера степени межрегиональных связей города C . Если C связан с национальной и мировой экономикой только через центр D , в этом случае город C должен быть больше (возможно значение $\beta=1,5$), если же C имеет центральное расположение и многочисленные торговые связи в трех или более направлениях,

\hat{C} может оказаться меньшего размера ($\hat{\beta}$ может равняться всего лишь 0,5). Таким образом, нижние и верхние пределы, характеризующие влияние числа прямых связей города C с другими крупными городами, определяются значениями $\beta = 0,5 \pm 1,5$. Хотя в каждом случае необходимо учитывать следифические особенности, что подчеркивалось на протяжении всей статьи, важно то, что для каждой страны эта функция, связывающая размер города и расстояние от крупного центра, всегда имеет положительный наклон. Применение этого базового функционального соотношения двоякое.

1. По отношению к развитию наименее промышленно развитых территорий внутри данной страны, если необходимо создать новые полюса роста.

2. По отношению к развитию новых центров, если существующие центры рассматриваются как слишком большие.

Строгого деления между этими двумя случаями, конечно, нет. Оба они отражают желание достичь большей децентрализации деловой активности. Поэтому следует поощрять более настойчиво, чем до сих пор, 1) процесс концентрированной, но не рассеянной децентрализации (этот процесс может быть также описан как наиболее эффективный путь для увеличения организованности, или снижения энтропии, для тех субрегионов, которые должны быть развиты); 2) с точки зрения центров, которые считаются слишком большими, дополнением к курсу централизованной децентрализации является курс на полицентрическое развитие этой территории с городским образом жизни; 3) процесс децентрализации концентраций.

Здесь нужно только заметить, что этот процесс подразумевает также то, что его внутригородских субцентров должно быть тем больше, чем значительнее их расстояния до центрального делового ядра города. В принципе существующие здесь соотношения точно такие же, как и в стране в целом.

Советники по экономическим вопросам всегда должны оставить планировщику (политику) по крайней мере одну степень свободы: по этой причине приближенная формула в предыдущем разделе оставляла возможность выбора — либо численность населения, либо величина расстояния — для учета исторических, политических или административных аспектов.

Использование и обработка данных¹ Введение в сводное сообщение

П. Кингстон

Ниже приводится краткое резюме процесса обработки данных и их поиска в виде последовательности вопросов, затронутых в этом разделе.

А. Хранение информации:

1. Структуры записей в запоминающих устройствах.
2. Классификация для характеристик территории.
3. Перекрестная классификация.
4. Проблемы плотности сведений.
5. Многомерность информации.
6. Связанность данных из разных совокупностей.
7. Релевантность.
8. Надежность: влияние манипуляций.

В. Обработка данных:

1. Обозначение центроида.
2. Изменение классификации.
3. Автоматическое оконтуривание.
4. Слияние ареалов.
5. Устранение искажений (линейных, нелинейных).
6. Генерализация.
7. Построение псевдокарт для выборки.
8. Взаимовидимость (трехмерная).
9. Измерение: пересчет, площадь, длина.
10. Слияние — неперекрывающиеся данные.
11. Наложение — перекрывающиеся данные.
12. Изменение проекции.
13. Изменение масштаба.
14. Поиск — данные заданного типа — создание подмножества.

¹ Data use and manipulation. Section III in: Environment information systems, The Proceedings of the UNRSCO/IGU First Symposium on Geographical Information Systems, Ottawa, September 1970, Ed. by R. F. Tomlinson, p. 67—127.

15. Программы статистической обработки и приложения.

16. Имитационные модели.

C. Средства управления системой:

1. Управляющие устройства.

2. Языки управления данными и запросов.

D. Процедуры информационного поиска:

1. Способы воспроизведения.

2. Перечисление данных заданного типа.

3. Взаимодействие человека и машины при исправлении и обновлении данных и при формулировке запросов.

Помимо вышеперечисленных процессов обработки поиска данных, полезно иметь в виду также следующие три типа систем для хранения карт, которые, в общем, можно обозначить так:

1. Системы географической индексации, или, иначе, простые системы для обработки данных, соотносенных с сеткой или набором точек. Вся информация в этом случае относится к координатам определенных точек, показывающим группирование ячеек пространства. Эти точки могут относиться к центроидам, к одному из углов планшета карты или к подобным же, заранее обусловленным местам. В названную категорию входят всякое «дискретное членение территории с помощью фиксированной сетки», а также системы с «переменной сеткой». Первый из этих вариантов использует участки фиксированного размера, например квадратный километр, квадратная миля или квадрат со стороной $1/10$ градуса. Второй вариант предполагает участки переменного размера (привязка к одному из контуров на карте или к центроиду переписного участка).

2. Системы для составления или репродуцирования карт. Обычно они стремятся сохранить непрерывность линейных рисунков. Изображения в этих системах хранятся в виде линий для печатания, демонстрации и поиска карт. Операции с данными в таких системах немногочисленны, за исключением процедур вычисления изолиний и изменений в масштабе и в проекции. Карты можно хранить, обновлять и объединять, однако не сохраняется логическая связь между классификацией и соотношением линий, образующих границы участков. Поэтому невозможно представить в виде операции измерения площадей всякие ло-

гические действия с налагающимися друг на друга сетками деления территории, с построением классификации и с определением координат.

3. Системы обработки графических данных, или системы операций с изображениями. Они имеют дело с непрерывным фоном изображений и опираются на изоэдренные конструктивные идеи. Однако во многих отношениях они наименее разработаны. Для сведений, относящихся к точкам, линиям и ареалам, эти системы учитывают их логическое соотношение, взаимосвязи, положение и классификацию. Тем самым допускается все разнообразие обработки данных, включая переклассификацию, автоматическую генерализацию, выборки, измерения, логические операции при наложении контуров, а также поиск и оценка взаимодействий между точками-линиями и ареалами, а также операция поиска объектов по заданному набору свойств. Из-за обширности и сложности информации эти системы имеют обычно несколько справочно-информационных фондов со сложными структурами и связями. С целью сравнения и анализа необходимо хранить как многочисленные карты, охватывающие различные районы, так и различные сведения об этих районах.

Приведенные определения будут использоваться при последующем обсуждении обработки и использования данных.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ А. ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

А1. Структуры записей в запоминающих устройствах

Определение. Структура записей в запоминающих устройствах обусловлена предполагаемым применением данных. При выборе вариантов необходимо учитывать такие возможности, как:

- 1) организацию данных в одном или многих запоминающих устройствах,
- 2) расположение записей в последовательно просматриваемый ряд ячеек памяти или же в ячейки с прямым способом обращения или с их структурной организацией в группы,
- 3) упорядочение записей по признаку координат, клас-

сификации, размера по произвольному индексу или по относительному географическому положению,

4) запись данных в форме непрерывных изображений или по координатам опорных точек сетки, по координатам центроидов, либо по произвольной сетке.

Каждый из этих способов оказывает существенное влияние на возможности использования данных.

1. От сочетания многих запоминающих устройств зависит разнообразие и объем информации, которая может храниться, ее гибкость и доступность для быстрой и легкой обработки. Достоинства такой организации данных частично скрадываются ее сложностью и трудностями перекрестного обращения к данным.

2. Быстродействие и гибкость в обработке данных также влияют на хранение совокупностей данных. Последовательное расположение данных в ряд является наиболее простым решением. Обычно это связано с меньшими затратами средств и не требует сложных технических решений. Запоминающее устройство с прямым обращением удобно при обработке запросов; здесь обеспечивается быстродействие при многих обращениях к большому фонду данных, но такая система требует больших материальных затрат. Структурированные записи обычно формируются в виде последовательно сочленяемых запоминающих устройств с ячейками памяти, допускающими прямое обращение. Такая система образуется, например, при последовательной записи данных о типах почв, сгруппированных по провинциям или государствам, причем к записям обеспечен прямой доступ с помощью индекса провинции или государства. Другим примером могут служить подробные данные переписи, сгруппированные по переписным участкам в ячейках памяти, обращение к которым возможно с помощью номера участка. Хранение данных переписи в виде последовательностей записей в DBS Geocoding System (Геокодирующая система Статистического бюро Канады) представляет единственный в своем роде пример организации справочно-информационного фонда при большом объеме данных. Структуризация записей обычно представляет собой наиболее изощренный способ хранения, достаточно гибкий и характеризующийся приемлемым быстродействием. Но здесь же часто возникает и неэффективное использование запоминающих устройств или трудности с обновлением данных.

3. Как указывалось выше, последовательное расположение записей в ряд обычно осуществляется путем использования какой-либо одной характеристики данных. Часто это диктуется логикой предполагаемого применения данных (например, ценность наделов земли зависит от размера участков с соответствующим уровнем бонитировки). Однако это может создать значительные эксплуатационные ограничения для системы. Используется и более общее основание для последовательного расположения записей, например координатное (универсальная поперечная проекция Меркатора или значения долготы и широты). Оно оказывается полезным, но часто требует длительного поиска, поскольку связано с одномерным расположением данных. Одним из весьма совершенных способов упорядочения данных является их пространственно-ориентированная организация в виде «матрицы Мортонна» (рис. 1), которая обеспечивает минимальный последовательный поиск (на статистической основе) между двумя любыми смежными участками в любом направлении. Обобщение этого способа на трех- или n -мерные ячейки памяти очевидно. Разработаны и другие подобные способы, но они пока не освещались в публикациях и не внедрены.

4. Наиболее распространенным способом записи данных является их генерализация на основе произвольной сетки. Все данные группируются по квадратам размером в 1 км^2 или же квадратам, сторона которых равна одной минуте по долготе и широте. С квадратом сопоставляются либо преобладающие, либо средние значения наблюдаемых в этом ареале явлений (например, почвы или возделываемые культуры). Некоторые системы допускают многоаспектную классификацию квадратов и процентные оценки для представленных там явлений. Пространственная генерализация часто связана со специальной сеткой координат. В более совершенных системах для ячеек сетки строго обусловлена только форма (обычно квадрат), а размеры допускаются разные. Некоторые системы допускают любой размер и форму ячеек, идентифицируя эти последние по центроидам (или координатам иных опорных точек), а также по размеру участков. Связать участки друг с другом и получить изображение на выходе при этом трудно. Однако итоговые характеристики при инвентаризации земель обычно получаются более точными. Наибо-

	85	87	93	95	117	119	125	127	213	215	221	223	245	247	253	255
	84	86	92	94	116	118	124	126	212	214	220	222	244	246	252	254
	81	83	89	91	113	115	121	123	209	211	217	219	241	243	249	251
	80	82	88	90	112	114	120	122	208	210	216	218	240	242	248	250
	69	71	77	79	101	103	109	111	197	199	205	207	229	231	237	239
	68	70	76	78	100	102	108	110	196	198	204	206	228	230	236	238
	65	67	73	75	97	99	105	107	193	195	201	203	225	227	233	235
	64	66	72	74	96	98	104	106	192	194	200	202	224	226	232	234
111	21	23	29	31	53	55	61	63	149	151	157	159	181	183	189	191
110	20	22	28	30	52	54	60	62	148	150	156	158	180	182	188	190
↑ 101	17	19	25	27	49	51	57	59	145	147	153	155	177	179	185	187
Y 100	16	18	24	26	48	50	56	58	144	146	152	154	176	178	184	186
3 011	5	7	13	15	37	39	45	47	133	135	141	143	165	167	173	175
	0101	0111	1101	1111												
2 010	4	6	12	14	36	38	44	46	132	134	140	142	164	166	172	174
	0100	0110	1100	1110												
1 001	1	3	9	11	33	35	41	43	129	131	137	139	161	163	169	171
	0001	0011	1001	1011												
0 000	0	2	8	10	32	34	40	42	128	130	136	138	160	162	168	170
	0000	0010	1000	1010												
	000	001	010	011	100	101	110	111								
	0	1	2	3	X	→										

Рис. 1. «Матрица Мортона». Первые 256 элементарных групп.

лее эффективен метод записи непрерывных изображений. Он обеспечивает как точные цифры, так и легко формируемые изображения. Однако для точного описания границ всех районов и соотношений между ними необходимы большой объем памяти и сложная организация данных.

Состояние проблемы. Трехмерный график, представленный на рис. 2 в виде плоского треугольника, предложен

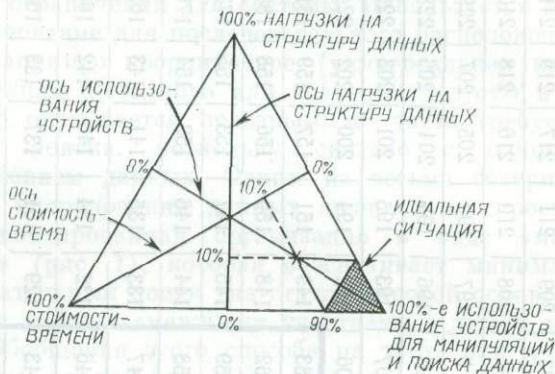


Рис. 2. Треугольник структуры массива данных.

Р. Ф. Томлинсоном и автором этого сообщения для иллюстрации вариантов, возникающих при разной структуре справочно-информационного фонда. Три оси означают соответственно стоимость/время, технические возможности и трудности для структуры данных. На середине сторон треугольника обозначены начальные точки каждой оси (0%); шкалы для каждой оси заканчиваются в вершинах треугольника (100%). Например, левому нижнему углу соответствуют случаи больших материальных затрат. Правому углу отвечают значительные трудности для устройств обработки и поиска данных. Теоретически мы пытаемся отыскать ситуацию, соответствующую возможно меньшим материальным затратам и малым трудностям для структуры данных, при которой сохраняется гибкость операций и возможность использовать все разнообразие технических средств.

Назначение системы заключается в оптимизации содержательности той информации, которую предполагается получать. При этом нужно найти компромисс между разнообразием технических средств для обработки и поиска,

трудностями для структуры данных и затратами времени и средств на создание системы. Идеально было бы иметь 100% всех известных технических средств, 0% трудностей для структуры данных и нулевые материальные затраты. Многие системы ограничены в применении технических средств, что сужает круг их использования. Такие системы требуют большой или полной переделки с целью их улучшения. В то же время значительно усовершенствованную систему можно было бы создать за счет небольшого увеличения начальных затрат на проектирование и организацию данных. Возможны и дополнительные исследования в области конструирования справочно-информационных фондов. Без этого нет эффективного использования существующей и проектируемой техники и малореально эффективное внедрение действительно совершенных систем со многими средствами для обработки данных. При обсуждении этих проблем перед участниками симпозиума стоят следующие вопросы:

Почему они выбрали те, а не иные структуры справочно-информационного фонда?

На какие компромиссы и материальные затраты пришлось пойти?

В чем ограничены возможности системы?

Целесообразно ли их создание?

Что они дают?

Необходимо ли идти на значительные потери при компромиссных решениях на раннем этапе ради скорейшего внедрения частичных и узкоцелевых систем?

Обсуждение раздела А1.

Подготовили:

A. Schmidt, D. Sinton, C. Steinitz

P. Kingston

В сводном сообщении термином «средства» («facilities») обозначены устройства, обеспечивающие обработку данных в рамках принятой структуры данных.

G. Morton

В сводном сообщении упоминалась «матрица Мортон», которая характеризует структуру записей в запоминающем устройстве большого числа географических данных. Она предназначена для хранения двумерных данных. Не-

зависимо от того, хранятся ли данные на ленте или на диске, в каждый момент времени можно обратиться только к одной записи. Если следующая группа нужных данных не является «физически» близкой, требуется время на перемотку ленты или поиск этой группы на диске. В обоих случаях затраты времени пропорциональны расстоянию в запоминающем устройстве между последовательными отыскиваемыми группами данных. Поскольку потребитель обычно желает обрабатывать массив для извлечения информации по ряду районов, которые соседствуют в реальной действительности, возникает проблема последовательности и для расположения записей. Возникает необходимость возможно реже обращаться к запоминающему устройству, не нарушая там адресов, о которых ранее упоминал м-р Кингстон. Цель «матрицы Мортон» и состоит в том, чтобы минимизировать в физическом смысле расстояние между записями любых двух элементов данных, которые в действительности относятся к соседним участкам. Как можно видеть из рисунка, отдельные элементы «матрицы Мортон» располагаются так, чтобы удовлетворить этому требованию. Однако нужно заметить, что указанное требование удовлетворяется не везде в равной мере, а лучше всего в начале координат, в ряде локальных точек и меньше всего в центре матрицы. Такая структура имеет то дополнительное достоинство, что адрес записи требуемого географического места можно вычислить, используя двоичное представление географических координат (X , Y), руководствуясь пояснениями на рамке «матрицы Мортон». Адрес образуют, переплетая двоичные представления координат X и Y таким образом, что цифры на каждой оси включаются в двоичный код с передвигкой от более высоких значений порядка к низкому.

J. Weldon

Чтобы обеспечить эффективное обращение к данным переписи, которые первоначально были записаны на 100 бобинах магнитной ленты, Статистическое бюро Канады использовало идею последовательной организации записей. Исходный массив состоял из 22 миллионов записей, каждая из которых имела 120 позиций для данных. Информационная система должна была обеспечить две возможности: 1) тематическую выборку записей и 2) по-

иск записей по географическому району. Для этого потребовалось бы обеспечить возможность произвольного доступа. Крайне важно было также минимизировать число соответствующих обращений при поиске данных в запоминающем устройстве.

Если исходные 22 миллиона записей (каждая со 120 сведениями) вообразить в виде большой матрицы размером 22 миллиона на 120 элементов, то решение проблемы сведется, по существу, к переработке их таким образом, чтобы иметь не 22 миллиона записей из 120 позиций каждая, а 120 записей — по одной для каждой позиции данных, — где теперь содержится каждый раз 22 миллиона сообщений. Такая структура имеет ряд полезных особенностей. При запросе по одной или нескольким позициям в данных нет нужды просматривать записи, содержащие 120 позиций. Возможно, однако, что многие из 22 миллионов анкетных данных будет нужно табулировать. При этой структуре для каждой табуляции нужно прочесть лишь немногие из позиций. Благоприятно и то обстоятельство, что многим сведениям в ячейках памяти ЭВМ соответствует неполное слово, то есть один или несколько битов. Например, на классификацию пола требуется один бит, а на уровень образования — два бита. Суммарный эффект этой реорганизации записей заключается в уменьшении необходимого объема памяти на 60%, причем основное содержание исходных 100 бобин с данными укладывается на 22 дисках. Важно, что данные могут быть отысканы с большей легкостью, поскольку приходится обращаться к гораздо меньшему числу отдельных записей: теперь есть только 120 концептуальных записей, а не 22 миллиона записей о физических лицах.

Чтобы обеспечить доступ к данным по географическим координатам, ведется отдельный словарь-указатель географических имен. Каждая запись в нем содержит координаты (X, Y) и адрес группы последовательно размещенных записей в большой матрице данных. Координаты X, Y относятся к центроиду участка карты, где получены исходные данные. Важно отметить, что сами базовые данные не содержат географических сведений типа координат X, Y . Для отыскания данных по определенному географическому району сначала нужно найти в словаре адреса всех групп записей, согласно

определению района, для которого должна быть найдена информация, т. е. все группы X, Y, которые попадают в границы интересующего полигона. После этого для интересующего района выдаются соответствующие итоговые данные.

B. Wellar, J. Weldon

Ставится вопрос, рассматривает ли Статистическое бюро Канады такой словарь-указатель в качестве перечня элементов данных, обычного для справочно-информационных фондов. Выяснено, что речь идет об одном из разделов такого перечня, и в этой связи весь способ последовательного расположения данных, принятый Статистическим бюро, отражает представления ранней стадии развития работ. При этой структуре записей данных можно получить динамические ряды на основе последовательных переписей, по существу, как третье измерение в существующей двумерной структуре записей. Структура данных Статистического бюро, по-видимому, отвечает принципу хранения двумерных данных, разработанному в Мэрилендском университете, за тем отличием, что в первом случае упорядочен фонд записей, а во втором — единицы смыслового значения.

A. Rosenfeld

Система GIMMS (Система обработки географических данных и картографирования) получает на входе данные о линейных сегментах, и каждая запись начинается меткой ареалов, разделенных сегментом. Эта система хранения информации удобна для редактирования. Легко сличать границы, обеспечивая целостность листа карты, или изменять и обновлять информацию, находящуюся в запоминающем устройстве. Последнее содержит информацию, необходимую для соединения участков с той или другой стороны сегмента. Однако такая структура массива входных данных неудобна для операций с площадями. Для обработки подобных данных необходимо предварительное преобразование структуры записей. Это достигается построением записей, где информация по каждой зоне подобрана по признаку связности мест, образующих зону. Формат новых записей позволяет различить особые случаи островов, конфигурации типа «ореховой скорлупы» («doughnuts») и анклавов. Кроме того, обеспечивается

сложная маркировка районов, так что один линейный сегмент может быть границей между двумя приходами, а также границей между двумя графствами. Это позволяет отыскать границы графств или приходов либо их комбинацию для картографирования. При проверке топологической целостности записей необходимости введения избыточной информации не возникает. Признается, однако, необходимость ввода избыточной информации для повышения точности расчета данных.

E. Amidon

В системе MIADS (Система хранения, составления и воспроизведения карт) ввод данных осуществляется в форме прочерчивания иглой координатографа всей границы каждого ареала, а не вводом линейных сегментов. Такой способ более удобен для операторов, не имеющих достаточных навыков работы с цифровым преобразователем.

T. Waugh

Что касается вопроса о хранении меток отдельно от хранения самих координат X , Y , то в системе GIMMS применяются произвольные справочные метки для ареалов. Координаты X , Y для этих ареалов записаны отдельно и объединяются в программе ЭВМ при построении карты.

D. Sinton

Предложена таксономия для различных типов данных; ее разработали, изучив очень большой объем данных, собранных и зафиксированных на картах или в отчетах пепеписей. Таксономия учитывает три атрибутивных признака у элементов информации: местоположение, числовое значение и время регистрации. Трехмерность этого можно сопоставить с трехмерным характером многих простых запоминающих устройств в ЭВМ, где есть фонд носителей информации, записи и ячейки памяти. Соответствующие размерности в n -мерности запоминающих устройств ЭВМ и в элементах информации нужно принимать во внимание при разработке устройств для хранения цифровых данных.

V. LaGarde

Многие из решений, возникших при планировании структуры записей, определяются, однако, возможностями

ми ЭВМ. Если говорить о проблеме в целом, одна из наибольших трудностей связана с попыткой получения композитных карт путем наложения многочисленных комплексов карт. В случае 30 карт, каждая из которых разделяется на три зоны, имеется возможность для 3^{30} комбинаций. К счастью, сама природа явлений препятствует появлению многих из композитных карт. Но и при комбинациях в количестве 3^{20} по-прежнему очевидна необходимость в эффективной структуре записей. В указанном виде трудности дали о себе знать в ходе обсуждения операций наложения карт. Вопрос о свидетельствах возможности столь огромного числа комбинированных переменных не получил определенного решения.

R. Boyle, W. Tobler

Нет равномерности в частоте запросов на те или иные сведения. Очевидно, что можно организовать записи с учетом вероятностей запросов на какую-либо определенную группу данных. Отмечено, что такой организации соответствует «матрица Мортон». Однако почти все такие решения не динамичны. Заслуживает внимания эвристический подход к структуре записей, допускающий их самоорганизацию на основе опыта фактического использования.

P. Yoeli

С точки зрения картографов, которых интересуют в первую очередь результаты в графической форме, можно выделить два класса карт. Это топографические, или физические, карты, цель которых — изобразить участок земной поверхности, и тематические карты, где тематическая информация накладывается на базовую информацию карты. В свете хранения данных в первом случае речь идет об относительно стабильной информации. Она включает (1) геодезическую сеть, (2) топографические сведения, (3) наименования, (4) гидрологическую информацию и (5) планиметрическую информацию. Во втором случае речь идет о статистических данных. Роль редактора-составителя карты заключается в отборе сведений из различных групп упомянутой выше информации; конечным результатом отбора является карта. Можно и не стремиться получить законченную карту при помощи аппа-

ратных средств, а нужно уметь создавать фонды базисных данных, которые позволили бы выбирать и создавать карты при помощи сочетания технических процедур.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ А. ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

А2. Классификация для характеристик территории

Классификация данных отражает описание района, представленное записью данных.

Характеристика на классификационной основе возникает путем извлечения каких-то содержательных сведений из записей разных совокупностей данных. Единственное исключение связано с дистанционными сканирующими устройствами, которые идентифицируют класс района, исходя из сигналов на входе сканирующего устройства. Методы ввода данных, связанные с распознаванием знаков, образов и цвета, рассматриваются в других разделах трудов симпозиума.

Нас интересует фактическое представление данных, сохраняемых в запоминающем устройстве. Каждая классификация одноаспектных данных (использование земель, тип почвы, леса или климата) даже при самом детальном кодировании создает ограничения для вида и точности сохраняемых данных. Поскольку все точки на земле классифицировать невозможно, необходимо компромиссное решение. Это признается в большинстве систем и выражается в многоаспектных классификациях (или подклассификациях), допускающих процентное обозначение распространенности явлений в каждом ареале, обозначенном в записях. В большинстве случаев разумно ограничиться некоторым числом характерных показателей.

Гибкая классификационная система и умение объединять классификации различных картографических источников совершенно необходимы для получения композитных карт путем наложения исходных карт или же при оценках взаимодействия, или при сопоставлении карт. В этих случаях две отдельные, возможно неродственные, карты объединяются, что приводит к многоаспектной классификации каждого участка земли (рис. 3). В каче-

стве примера можно привести комбинацию типов почвы и осадков при изучении сельскохозяйственного потенциала земель.

Эти идеи детально разработаны и частично воплощены в ряде систем.

А3. Перекрестная классификация

Часто требуется обеспечить перекрестную классификацию на основе хранимых данных. Данные переписей населения могут содержать до 1800 взаимосвязанных переменных, и необходимо все их хранить и обрабатывать, несмотря на различия в локализации данных. Планировщикам важно согласовать эту информацию с использованием земель и потенциальными возможностями районов, что требует рассмотрения более общих географических зависимостей. Этого можно достичь в рамках структуры массива, основанной на общей сетке координат или на сохранении непрерывного изображения. Однако это возможно только при изменении структуры данных в ходе операций классификации. Классификационная система должна допускать: разнообразие в числе переменных для классификации; разнообразие в числе объектов классификации; произвольный вид информации (цифровой, двоичный, буквенно-цифровой); разнообразие в структуре и соподчинении таксонов; возможность обозначения переменных в виде наименований, принятых в области получаемых результатов, что крайне важно при операциях информационного поиска.

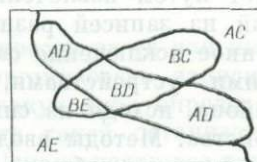
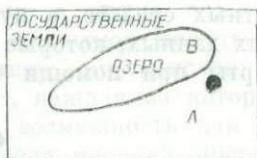


Рис. 3. Вверху: Современное использование земли. Классификационные группы А и В представляют характеристику рассматриваемого участка

В середине: Природные ресурсы. Классификационные группы С, D и E относятся к другой системе характеристик того же участка

Внизу: Суммарная характеристика участка, достигаемая объединением классификационных групп. Указано возможное при этом расчленение территории. При такой характеристике мы можем ответить на вопросы типа: «В какой части территории залежи руды находятся под водой и труднодоступны?»

Проблемы плотности связаны с количеством обрабатываемой информации, что приобретает особое значение в густонаселенных районах или в районах детального изучения. В системах с фиксированной сеткой все обстоит просто: возможность включения в ячейки сетки различной по количеству информации в них отсутствует. В системах непрерывных изображений эта проблема накладывается на трудности хранения в одном справочно-информационном фонде большего объема данных (особенно для макрорегионов, таких, как Канада).

Имеется ряд решений. Простейший из них — генерализация путем применения многоаспектной классификации и с обозначением распространенности явлений в процентах территории исходных ареалов. В случае записи сведений в форме непрерывного изображения это один из многих способов решения. Для систем с фиксированной сеткой это единственное решение. Уплотнение информации в ячейках памяти достигает 50:1 при замене записей о профилях и линиях в векторных обозначениях. Эти методы возобладали в системах с хранением сведений в форме непрерывного изображения. Для случаев, когда исходные элементы территории очень малы, эти методы уплотнения информации не слишком эффективны, но лучших решений пока нет. Используется существующее, а не наилучшее. При очень малых и очень расчлененных ячейках территории не обеспечено достаточно уплотненное хранение данных.

Исследование проблемы находится пока в экспериментальной стадии.

Обсуждение разделов А2, А3, А4

J. Sharp

Одна из основных проблем цифрового картографирования состоит в переносе контурных данных из стереофотограмметрического прибора на составительский оригинал для макетирования карты. Нужно выполнять с некоторым измеряемым качеством точное и экономичное преобразование данных, сочетая формат запоминающего устройства ЭВМ и требования к поиску, хранению, вос-

произведению данных и их изменению и построению цветоделённых негативов. Систему картографирования соответствующего типа лучше всего можно определить перечнем операций над серией документов, используемых или создаваемых в этом процессе. Содержательность документов системы картографирования можно в этом случае оценить в битах заключенной в них информации. Эта величина характеризует разрешающую способность изображений и точность локализации, а тем самым — качество документов. Ниже указано содержание информации в основных из упомянутых документов.

Документ	Максимум (размер-нетто)	Биты (количество)	Форма данных (при цифровой кодировке)
Катушка фотопленки (аэро-съемка)	9" × 9000"	10 ¹²	Факсимиле
Фотоснимок	9" × 9"	10 ⁹	Факсимиле
Контрольный оттиск (геодезический)	48" × 48"	10 ⁵	Векторы и данные
Штриховой оттиск	48" × 48"	10 ⁸	Факсимиле
Картосхема (name sheet)	48" × 48"	10 ⁵	Векторы и данные
Экран дисплея (display section) (12" × 12")	4" × 4"	10 ¹	Векторы и данные
Цветоделённый негатив	48" × 48"	10 ⁸	Факсимиле
10-красочная карта	48" × 48"	10 ⁹	Факсимиле

Сводное сообщение

ЧАСТЬ А. ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

А5. Многомерность информации

В нульмерной форме характеризуются точки, и, хотя требуются две координаты для локализации сведений, сама точка по определению имеет нулевое измерение. Для данных этого типа нет недостатка в носителях информации.

Одномерная запись хранения достаточна для таких линейных объектов, как автостреды или железные дороги. В этом случае их будет можно вычерчивать, оставив в стороне какие-либо вычисления о взаимоотношениях друг к другу.

Двумерные сведения означают, что известны границы районов с их соотношениями конфигурации и смежности. Это позволяет вычислить площади и манипулировать ими.

Двумерная запись с дополнительной квалификацией, которую обычно называют трехмерной, сообщает о границах районов плюс о высоте в записи о форме «покоробленной плоскости». Объем данных увеличивается незначительно по сравнению с двумерными сведениями; появляется возможность вычерчивать горизонталы. Часто сведения агрегируются из совокупности записей в виде нульмерной формы (точки), что продиктовано запросами со стороны задач по изучению поверхностей тренда. Записи такого рода создаются только для графопостроителей и не допускают других операций с данными, хотя некоторые из них пригодны и для цифровых моделей рельефа. В ходе семинара обсуждались некоторые из этих систем, которые в целом прошли стадию разработки и вводятся в эксплуатацию.

Трехмерные записи выполняются для сведений о воздушных течениях и погодных условиях, о рельефе Земли, о морских течениях, о поверхности дна океанов, для геологических сведений.

Четырехмерные записи включают фактор времени, или историческую информацию о соответствующих районах.

Однако последние два типа записи требуют слишком большого объема носителей информации; и вычислительные машины, и опыт программирования, необходимые для обработки таких данных, пока не созданы.

Обсуждение раздела A5

D. Marble

Высказано сомнение по поводу содержащегося в сводном сообщении утверждения о возможности обработки сведений о линейных объектах при одномерной системе записей. Автор сообщения подтвердил, что при этой системе можно изменять масштаб и проекцию. Он разъяснил также номенклатуру сведений, содержащихся в носителях информации в виде двумерных записей, указав о включении темы об анализе сетей в эту категорию.

ЧАСТЬ А. ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

А6. Связанность данных
из разных совокупностей

В схемах со многими справочно-информационными фондами необходимо устанавливать соответствие между совокупностями данных. В качестве примера на рис. 4 показано простое соответствие для случая разделения



ЛЕСНИЧЕСТВО

ИДЕНТИФИКАТОР			
<u>ПОЛЕ</u> <u>КАРТЫ</u>	<u>КЛАСС</u>	<u>ПЛО-</u> <u>ЩАДЬ</u>	<u>МЕСТОПО-</u> <u>ЛОЖЕНИЕ</u>
1	A	20	XУ
2	B	40	XУ
3	C	60	XУ

сведений между изображением районов и описанием районов. Участки изображения произвольно нумеруются, и в массиве описаний эти номера служат адресными метками. Обычно необходимо иметь и способ для отыскания участка изображения по его номеру в массиве описаний. Одно из сложных решений, применяемое в канадской системе инвентаризации земель, основано на матрице Мортонна. По координатам для границ ареала или для его центра обеспечивается адресовка к участку изображения в общем массиве изображений, который соответствует нужной группе данных.

Рис. 4. Пример простой связи между группами данных

Из-за немногочисленности систем с несколькими массивами записей возникают индивидуальные решения для объединения записей, относящихся к одним и тем же объектам. Выполнено очень мало исследований общего характера, создающих теоретическую основу для эффективного или оптимального объединения записей. Изучались главным образом решения, применявшиеся в конкретных системах, а не более общие подходы.

V. La Garde

Описана система объединения записей, позволившая решить ряд проблем для огромного объема данных, возникающих в процессе исследования. Это исследование посвящено проектированию автотранспортных средств, работающих в условиях, сходных с севером Аляски. После выбора района для экспериментов опознается необходимый лист топографической карты в массиве данных, и в пределах листа определяется ячейка сетки универсальной поперечной проекции Меркатора. Цифровой идентификатор этой ячейки дает затем доступ к записям из массива информации о форме поверхности, растительности и других важных характеристиках. Массивы записей непрерывно обновляются по мере подготовки новых композитных карт, потому что каждая такая карта порождает номер нового района, который означает отсылку к новой группе комплексных характеристик.

R. Shaw

Выясняя содержание применявшихся понятий, удалось осветить очень важный вопрос о том, что связанность записей в разных массивах обеспечивается их эффективным хранением лишь при отсылке к информации, для записи которой требуется больше ячеек памяти, чем для хранения применяемых адресов.

E. Amidon

Примечательна система RESCAN, созданная двумя студентами Мичиганского университета в 1968 г. Она позволяет решить ряд проблем хранения крупномасштабных данных путем кодирования характеристик карты в записях вида «да», «нет». Эти записи связаны с систематизированным указателем, который опознает характеристики типа «да».

Сводное сообщение

ЧАСТЬ А. ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

А7. Релевантность [соответствие информации тематике запросов]

Проблема релевантности данных — одна из важнейших при создании автоматизированных информационных систем. Она в значительной мере определяется предполагае-

мым применением данных. Есть аналогия с вопросом о заказе реферативных журналов для библиотеки еще до определения профиля интересов у абонентов. Систему пужно создавать возможно более общей и гибкой, чтобы, не ухудшая возможностей системы, можно было менять содержание информации по мере кристаллизации запросов и их уяснения потребителями. До ввода данных в систему и даже до проектирования средств обработки данных необходимо возможно более точно определить характер используемых данных.

В случае действующей системы необходимо определить, соответствует ли содержащаяся информация меняющимся нуждам потребителей и тематике исследований. Обеспечена ли система анализом профиля требований на данные и их обработку? Данные из переписей десятилетней давности сами по себе могут устареть, но с тенденциями за десятилетний срок дело обстоит иначе. Как определить, остаются ли релевантными описания местности по съемкам 50 или 100-летней давности? Указывают ли потребители на недостатки в фондах? Используется ли это как метод обратной связи для определения релевантности данных? Что делается, чтобы обеспечить соответствие данных действительному их применению?

В практике поиска систематизированных рефератов вполне приемлемым считается коэффициент точности выдачи 30% [релевантные записи среди всех записей, выданных в ответ на запрос. — *Ред.*]. К географическим информационным системам предъявляются гораздо более высокие требования, но для определения фактического положения вещей мало что предпринимается. В качестве ближайших целей важна расчистка систем от бесполезных данных, разработка методов автоматической ревизии, установление показателей релевантности данных и создание отрасли знаний о методах установления релевантности данных. Состояние дел в этой области отвечает начальному этапу экспериментальных разработок.

Обсуждение раздела А7

D. Marble, R. Boyle, J. Coppock, G. McKay

В сводном сообщении релевантность увязывается с устареванием данных. Приведены многие доводы, согласно которым данные не следует уничтожать. Министерство

сельского хозяйства Англии уничтожило информацию, а затем оказалось не в состоянии выполнить анализ некоторых тенденций развития. Имеются также юридические препятствия к уничтожению данных, поскольку в общественной сфере они составляют собственность государства. В этом случае только хозяин данных вправе их уничтожить, но этим не умаляется вопрос о том, когда и какую информацию следует выбрасывать.

B. Wellar.

Временную зависимость релевантности от устаревания данных лучше всего можно было бы охарактеризовать, рассмотрев следующие три отношения: (1) между спросом на данные и их наличием; (2) между данными, хранящимися в массиве, и состоянием явления, которое они отражают; и (3) между совокупностями данных, разделяемыми отрезком времени, в течение которого формируется каждая новая совокупность.

D. Marble, D. Sinton, R. Shaw, K. Dueker

Понятие релевантности в новой формулировке, данной председателем, не связано с отсевом устаревшей информации, а только с уменьшением уровня доступности этой информации, что связано, возможно, с изменениями структуры фондов, в которых хранятся записи. Признано, что эксперименты со 150-летним рядом ежедневных наблюдений уровней воды показали утрату важных сведений при уплотнении данных в форме кривых тренда. Отмечено, впрочем, что целью экспериментаторов было выявление периодичности с наиболее низкой частотой. При обсуждении вопроса о релевантности затем упоминались критерии для отбора данных, вводимых в систему, и тех, что вовлекаются в самой системе в информационный поиск. Этот важный аспект точности не получил достаточного освещения в дискуссии.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ А. ХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

А8. Надежность

Вопросу надежности, как и релевантности данных, часто уделяется недостаточное внимание, хотя он представляет большой интерес для потребителя. Помимо первичных источников, надежность информации зависит от

методов ввода, хранения и обработки данных. Для исходных данных оценка надежности возможна далеко не всегда. Что касается точности, сохраняемой или утрачиваемой при дискретизации непрерывного изображения из-за изменений масштаба и проекции, под воздействием устройств для обработки и поиска данных и в результате генерализации (сглаживание, группировка и перегруппировка), то ее можно оценить математически; результаты различных способов обработки можно сопоставлять автоматически. Это позволило бы указывать относительную точность информации, такую, как погрешность с плюсом или минусом при работе с площадями (например, 10 кв. миль плюс или минус 0,2), которую потребитель мог бы использовать в качестве показателя надежности. Если это осуществимо, почему эта возможность в большинстве систем не реализуется? При рассмотрении вопроса о стоимости математического обеспечения и необходимых условий хранения информации на первое место всегда выступают соображения быстродействия и других особенностей систем. Однако, когда системы вводят в эксплуатацию, одним из первых вопросов, которые задают, является вопрос о надежности поставляемой информации. Чем это вызвано? Сказываются ли общие болезни ранней стадии экспериментирования или же это результат недопонимания относительной важности разных требований?

Обсуждение раздела А8

Вопросы, затронутые при обсуждении проблемы надежности, можно разбить на четыре группы. Это (1) общие вопросы; (2) надежность данных на входе; (3) механическая надежность; (4) надежность данных на выходе.

J. Sorrock, D. Vickmore

Изучением надежности данных пренебрегают. Некоторое время назад был предложен метод, позволяющий определить надежность пространственных данных путем указания на четыре уровня точности для карт. К сожалению, предлагавшийся метод не был официально принят.

J. Sharp

В связи с вопросом о надежности данных на входе проведено различие между прецизионностью (precision)

и точностью (ассигасу), причем прецизионность относится к условиям геодезической съемки пространства, а точность касается наблюдаемых данных. Предложено измерять точность на основе учета искажений и различать восемь порядков точности.

R. Shaw, A. Rosenfeld

Под надежностью данных понимают также их воспроизводимость. Этот аспект возникает, в частности, в связи с привнесением изменений в данные, в результате неправильного функционирования аппаратного оборудования и под влиянием времени. О надежности, или точности, данных на выходе, вероятно, можно будет лучше судить, если воспроизводить изображения в размытой форме, когда это допустимо по условиям задачи, чтобы показать области неопределенности и варьирования данных. Изображая размытые контуры в оттенках серой шкалы, можно показать ступени прецизионности. Однако этим данные не улучшаются, и мы всегда обязаны обеспечивать по возможности высокую разрешающую способность по отношению к данным.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ V. ОБРАБОТКА ДАННЫХ

V1. Обозначение центраида

В большинстве геоинформационных систем содержится запись о координатах опорных точек. Обычно они служат идентификатором для ячеек фиксированной сетки



Рис. 5. Соотношение «опорные координаты — центроид»

x — центроид; y — опорная точка.

или для точечных данных (например, центр квадрата со стороной в один километр или номер контура на карте). В системах непрерывного изображения записаны координаты

наты характерных точек в качестве меток для графо-строителя. При использовании центроида возникает трудность в связи с тем, что он иногда оказывается вне области, которая идентифицируется (рис. 5 и 6).

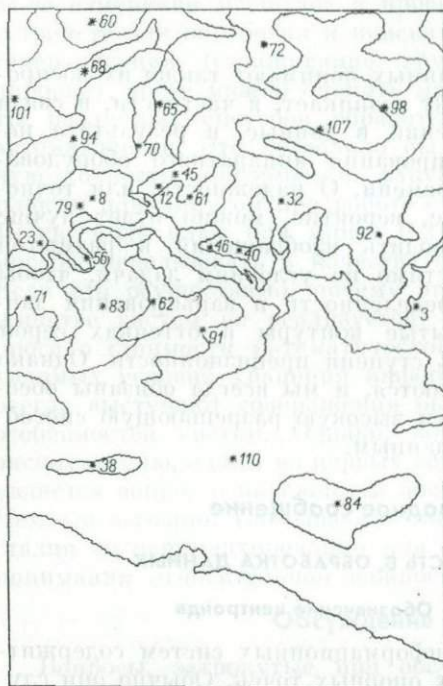


Рис. 6. Пример районов, пронумерованных по центроидам (центрам гяготения). Расположение звездочек у номеров соответствует расположению центроидов.

Опорные координаты могут вручную обозначаться на исходной карте, поступающей на входе, чтобы без всяких изменений сохраняться в ячейках памяти системы. Другая возможность — вычислить и автоматически назначить внутреннюю точку, такую, как центроид. Вычисление истинного центроида является достаточно простым и легко выполняется в блоке обработки данных. Вычисление центральной точки, находящейся внутри определенной области, довольно легко выполнить путем подсчета пересечений границ. Однако для того, чтобы такая точка попала в пределы наибольшей ширины района, имеющего вытянутую сложную форму, нужно затратить значительно большее время на вычисление, так что вопрос обычно

решается в пользу аппроксимации. Эффективные алгоритмы для назначения внутренней «лучшей точки» пока не созданы. Программы для вычисления центроидов и другие расчеты уже надежно действуют в ряде геоинформационных систем.

Обсуждение раздела В1

Среди публикаций о методах вычисления центроида и о поиске центральной точки в полигоне отмечены сообщения из серии работ по географии в Университете Лунда, Швеция.

A. Schmidt, Watkins

В связи с тем что центроид оказывается вне своего ареала, как это бывает у ареала серповидной формы, можно заменять его точкой, которая находится внутри и на максимальном расстоянии от границ полигона. В случае района с простыми очертаниями затраты времени на вычисление такой точки приемлемы. Однако в системах с записями непрерывного изображения затраты времени могут стать довольно большими. Вычисление, которое занимает более десятой секунды на ареал, становится чрезмерно дорогим, когда приходится иметь дело с десятками тысяч ареалов с извилистыми границами. Метод для отыскания опорной точки для данных в односвязном ареале состоит в следующем:

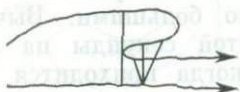
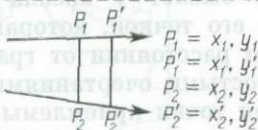
Метод: обеспечивает однозначное соответствие ареала с элементарным квадратом топологически преобразованной карты.

Применения: (1) псевдоцентроид \longleftrightarrow ($1/2 + 1/2$ квадрата);
(2) размещение явлений при их заданной равномерной плотности или при случайном варьировании \longleftrightarrow такое же размещение в элементарном квадрате;
(3) размещение названий \longleftrightarrow название в элементарном квадрате.

Отображение: пусть ареал пересекается «кратчайшими» хордами, общее число которых равно n . Вводим обозначение (U, V) для точки на i -ой хорде, делящей ее в отношении $V : 1 - V$, где i — ближайшее целое число к U_n .

Алгоритм пересечений: от любой начальной точки параметризуются две кривые (рис. 7а).

1-я хорда располагается на расстоянии одного шага от начальной точки на любой кривой. Построив хорду n , можно перейти к построению хорды $(n+1)$ одним из трех способов: продвигаясь на шаг далее только вдоль кривой 1, или продвигаясь на шаг вдоль кривой 2, или продвигаясь по обеим кривым. Выбирается хорда, у кото-



ФИКСИРОВАТЬ:



Рис. 7

рой наименьшая длина (или квадрат длины, чтобы избежать извлечения квадратного корня). Несколько более трудна развязка петли.

Выявление нарушения, связанного с разворотом хорд в обратную сторону: выявить разворот (рис. 7 б) следующим образом:

Вычислить площадь, имеющую помеченные вершины прямоугольника A (или треугольника) (рис. 7 с), определяемого последовательными хордами, по уравнению:

$$2A = x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_2' y_1' + x_1' y_1 - x_2 y_1 - x_2' y_2 - x_1' y_2' - x_1 y_1'$$

Установить шаг, где происходит изменение знака. Отметить точку нарушения и продолжать. Если кратчайшая хорда найдена без возврата назад к точке нарушения, то речь идет о ситуации 1 (рис. 7d).

Устранение трудностей: начать построение хорд, взяв за начальную точку один из концов хорды, на которой происходит изменение знака. Если нужного решения нет, мы имеем случай II (рис. 7e). Отметить точку второго нарушения и обследовать точку пересечения для более длинной хорды, отбрасывая хорды по ходу движения. Отрезать выступ (отбросить или обследовать позже) и продолжать до новой точки нарушения.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ В. ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В2. Изменение классификации

Можно говорить о трех категориях для способов изменения классификаций ареалов и перегруппировки ареалов в новые классификационные группы. Первая — это замена классификации. Меняется описание содержимого существующих районов; массив записей тоже может быть перегруппирован, чтобы отразить эти изменения. Этот способ использован в ряде геоинформационных систем с помощью программ для копирования и обновления записей в сочетании со вспомогательными программами сортировки.

Второй способ осуществляется путем слияния смежных ареалов в один общий, что влечет за собой новую классификацию. Операции в этом случае те же, что и при слиянии данных.

Третий способ обновления массива приводит к изменению пограничных линий, а также к изменениям классификации. Он может применяться с целью исправления ошибок или как метод обновления информации. Имеются автономные устройства узкого назначения, которые позволяют осуществлять такие действия с данными, но обычно они очень сложны и требуют больших затрат времени. Наилучшие способы выполнения этих операций связаны с использованием подключенных к процессору ЭВМ дисплея с клавиатурой ввода данных. Воспроизведение изображений на экране электроннолучевой трубки значи-

тельно пророче любого другого способа. Создан ряд оперативных устройств для обработки изображений и обновления записей в массиве, которые допускают выбор уровней детализации, увеличение изображений, генерализацию и модификацию данных. Известные нам решения находятся в стадии экспериментальной проверки.

SUBROUTINE PSNTRD (IX, IY)

C. RETURNS PSEUDO-CENTROID

INTEGER x 2 N1, B1 (5000), N2, B2 (5000)

COMMON/WNGLN/N1, B1, N2, B2

INTEGER x 2 M, I TAB (5000), J TAB (5000)

COMMON/PTRTBL/M, I TAB, J TAB

M=5000

CALL CHORDS

MH=M/2

I=I TAB (MH)

J=J TAB (MH)

IX=(B1(I)+B2(J))/2

IY=(B1(IH)+B2(JH))/2

RETURN

END

SUBROUTINE CHORDS

C. WORKS THROUT IN FIXED-POINT, NO DIVIDE

INTEGER x 2N1, B1 (5000), N2, B2 (5000)

COMMON/WNGLN/N1, B1, N2, B2

INTEGER x 2 M, I TAB (5000), J TAB (5000)

COMMON/PTRTBL/ M, I TAB, J TAB

INTEGER LSQ(3), IT(3)/2, 0, 2/, JT(3)/0, 2, 2/

I=1

J=1

K=1

1 LSQ(1)=(B1(I+2)-B2(J)) **2+(B1(I+3)-B2(JH)) **2

LSQ(2)=(B1(I)-B2(J+2)) **2+(B1(IH)-B2(J+3)) **2

LSQ(3)=(B1(I+2)-B2(J+2)) **2+(B1(I+3)-B2(J+3)) **2

IL=1

IF (LSQ(1).LE.LSQ(2)) GO TO 2

IL=2

2 IF (LSQ (IL).LE.LSQ(3)) GO TO 3

IL=3

3 I=I+IT(IL)

J=J+JT(IL)

```

ITAB(K) = I
JTAB(K) = J
K = K + 1
IF(K.LE.M. AND. I.LT.N1. AND. J.LT.N2) GO TO 1
M = K - 1
RETURN
END

```

В3. Автоматическое оконтуривание

Автоматическое оконтуривание как разновидность анализа поверхности тренда представляет один из самых ранних способов географической обработки данных. Для

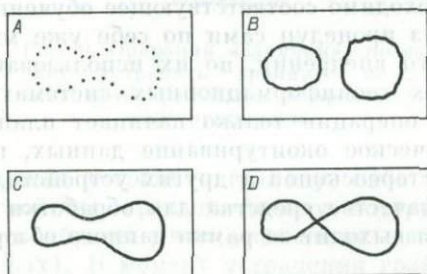


Рис. 8. Спорный случай автоматического оконтуривания. *B*, *C* и *D* — возможные изолинии, интерполированные по системе точек *A*.

IBM 1620 были созданы программы для анализа совокупности сведений, снабженных координатами, которые определяют поверхность и строят карту в изолиниях. Для более новых ЭВМ (например, IBM 1130) созданы более обширные программы для построения карт в изолиниях и расчетов, связанных с анализом поверхности тренда. Программа SYMAP (Синаграфическая картопостроительная система) также допускает печатание на АЦПУ карт в дискретно изображаемых изолиниях.

Для численной аппроксимации, вычерчивания ломаных кривых, сглаживания, интерполяции и других стадий при анализе поверхностей применяются элементарные подпрограммы. Они достаточно эффективны (хотя и требуют значительных затрат времени ЭВМ) и хорошо документированы.

Пример ошибок при оконтуривании приведен на рис. 8, где показано, что контур в виде группы точек *A* может быть вычерчен как *B*, *C* или *D*.

Алгоритмы для учета упорядоченности данных в смежных точках карты примитивны, и есть тенденция испытывать и сопоставлять все предложенные варианты, за исключением тех, что явно исключаются по условиям задачи.

Большинство вариантов для такого анализа выбираются вручную без опоры на автоматический анализ данных, при котором сразу же принималось бы решение о выборе варианта с наилучшими для данного случая параметрами. Поэтому для применения процедур оконтуривания необходимо соответствующее обучение оператора. Некоторые из процедур сами по себе уже миновали стадию широкого внедрения, но их использование в автоматизированных геоинформационных системах в качестве стандартной операции только начинает планироваться.

Автоматическое оконтуривание данных, поступающих на ЭВМ со стереоскопов и других устройств, не рассматривается в качестве средства для обработки данных. Такая операция выходит за рамки данного обзора.

Обсуждение раздела В3

Указано, что три рисунка, первоначально включенных в этот раздел (рис. 8*A*, 8*B*, 8*C*), должны включать также четвертый (рис. 8*D*), который показывает, что горизонталы пересекаются сами с собой. Такое положение может возникнуть на участке перевала между двумя вершинами.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ В. ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В4. Слияние ареалов

Речь идет об операции, состоящей в удалении определенных границ, чтобы сгруппировать смежные группы данных или ареалы, которые ранее рассматривались как отдельные элементы (рис. 9). Обычно такие операции преследуют вполне определенную цель, например группировку сельскохозяйственных земель трех высших классов

бонитета в высокопродуктивные участки для определения их числа, размеров и местоположения. При желании этот прием может привести к переформированию всего массива карт. Например, убрав все контуры территории, мы получим скелетные карты разграничения суши и вод. При операции слияния ареалов нужно уметь обозначать уст-
раемые границы. Это выполняется либо в форме указа-
зания на идентификаторы двух смежных районов, между



Рис. 9. Операция «слияния» позволяет устранить границу между смежными районами и произвести перегруппировку.

которыми нужно устранить границу, либо в форме указания на свойства ареалов, между которыми границы должны быть убраны (как указывалось в приведенных выше примерах). В момент устранения границы один из двух смежных ареалов должен быть убран из массива данных или переклассифицирован таким образом, чтобы образовалось единое целое. Особенно желательна возможность внесения изменений в классификацию оставшихся районов.

Это очень мощная и сложная процедура. Она требует нескольких массивов записей для хранения непрерывных изображений или дискретных сведений об ареалах. Система должна допускать действия с одной картой для создания другой и для ввода ее в банк данных.

В5. Устранение искажений

Высококочувствительным системам ввода присущи линейные и нелинейные искажения, которые требуют устранения. Имеются в виду устранения небольших ошибок, которые возникают на картах, поступающих на вход, из-за колебаний температуры и переноса документа при его вводе (на столе цифрового преобразователя, на барабане или стенде сканирующего устройства), из-за растягива-

ния вводимого документа (эквивалентного колебаниям температуры) и других подобных влияний. Устранение линейных ошибок может выполняться путем трансформации данных, допускающей сохранение прямых линий. Это продельвается математически путем сжатия одного (или нескольких) края карты таким образом, чтобы он соответствовал другим примыкающим картам такого же размера.

Указанные процедуры легко внедрять, но ими редко пользуются, поскольку для ЭВМ необходимо довольно значительное время для их вычислений по каждой точке непрерывного изображения-карты. При использовании неминиатюризованных носителей информации можно считать несущественными ошибки 0,01—0,02 мм. Они приобретают значение лишь при необходимости объединения серии карт общей системой координат.

Более трудно выявить и устранить нелинейные искажения. Они вызваны теми же причинами, а также аберрацией линз в приборах инфракрасного видения и влиянием кривизны поверхности Земли на изображение, передаваемое дистанционными сканирующими устройствами и фотографией. Необходимость устранения ошибок становится более насущной по мере того, как приобретает важное значение согласование информации по смежным ареалам. Рекомендуемая методика заключается в выборе данных из центрального участка вводимого документа с последующей подгонкой контуров по точкам, используемых в сочетании с приемами по устранению линейных искажений.

Обсуждение раздела B5

R. Shaw, W. Schmidt

Затронут вопрос о механической надежности аппаратуры ЭВМ. В банке данных, созданном ЦРУ, по неизвестной причине исчезли сведения о двух датских островах: Пуни и Зиленд. На протяжении шести месяцев никто не обратил внимания на пропажу двух островов, хотя геоинформационная система использовалась повседневно.

W. Tobler, T. Waugh

Возможно, что изолинии на картах лучше было бы показывать в виде размытых, а не резких линий. Это

позволило бы более правильно охарактеризовать точность, с которой информация запоминается или, скорее, фиксируется на входе. В 1969 г. Андриан Томас в Гарвардском университете экспериментировал с построением размытых изолиний на перспективном изображении трехмерной поверхности. Добиться этого можно путем изображения горизонталей с помощью муаровых узоров. Не менее важно, что эти изолинии меняют свою ширину в зависимости от наклона поверхности. На сравнительно ровных участках они довольно широкие, а на крутых склонах становятся узкими. Такое изображение соответствует действительной неопределенности горизонталей в реальном мире.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ V. ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В6. Генерализация

Генерализация представляет процесс группировки нескольких мелких районов на карте и отнесения их в такой классификационный разряд, который является доминирующим для этой группы. Или же производится многоаспектная классификация этой группы с обозначением процентов, которые характеризуют ареал в среднем. Обычно это требуется в ареалах, состоящих из разнородных мелких участков, более подробная информация по которым оказалась бы слишком плотной. Нужен метод для классификации дискретных участков, обозначенных метками координат.

Автоматическая генерализация как особая операция по обработке данных возникает по отношению к очень раздробленным районам и в условиях изменения масштаба или наложения карт. Обычно входные данные будут подготавливаться для системы в виде достаточно больших групп. Трудность, связанная с возможностью автоматической генерализации, которая использовалась бы по необходимости в связи с изменением масштаба или наложением, заключается в том, что она стеснена классификацией данных. Если бы во всех записях о классификации земель соблюдать строго фиксированный формат, это ограничило бы гибкость классификации (см. «Комплексная классификация») и ее детализовку. Если этим пожертво-

вать, то можно вычислять суммарные площади участков земли, возникающие при генерализации в пределах классов. После этого можно сформулировать новую классификацию, комбинируя формулирующие ее регионы.

Потребуется предусмотреть следующие процедуры: сглаживание контуров изображений; агрегирование ареалов; устранение записей (например, по мелким островам); сохранение принципиально важных деталей (например, каналов или перешейков у полуострова в отличие от островов).

У существующих геоинформационных систем такие действия пока еще не выполняются в виде полностью автоматической обработки данных. Но они находятся на стадии проектирования [1970 г.].

В7. Построение псевдокарт для выборки

В ходе обработки данных при выборках и информационном поиске желательно производить построение псевдокарт. Путем построения круговой карты выполняется запрос вида: «Найти все участки размером больше 10 акров в пределах 50 миль от Оттавы, которые относятся к типу земель „А1ВЗ“» (рис. 10). Построение карты в форме полигона позволяет высказать этот же запрос (возможно, в виде нескольких цифр долготы и широты) по отношению к многоугольной фигуре, обозначенной ее вершинами и соответствующей изучаемому ареалу (рис. 10). Построение карты в форме полосы позволяет сформулировать запрос о выборке всех районов в пределах заданного расстояния от какой-то линии. В качестве примера можно указать такую задачу: определить размер налогов на все земли (по карте налогов на земельные участки) в пределах полумили от существующей дороги, чтобы установить издержки по отчуждению этих земель под строительство новой автострады. Построение линии позволяет перечислить все районы, которые «пересекаются» какой-либо линией, соединяющей заданное множество точек. Это несколько отличается от обозначения полигона, когда содержится запрос о всех участках в указанном ареале, но представляет естественное обобщение этой идеи.

Действует несколько систем, позволяющих проводить выборку путем построения кругов, полигонов, сеток, эллипсов или других фигур. Выполнены значительные теоретические исследования для разработки методов, позво-

ляющих внедрить эти поисковые процедуры в системы с записью непрерывных изображений. Однако необходима еще значительная работа, прежде чем эти процедуры станут приемлемыми экономически. Можно сказать, что методы выборки с построением кругов и полигонов уже находятся в стадии внедрения, а методы выборки по полосе и секущим линиям в стадии эксперимента.

В8. Сектор обзора и определение маршрутов

Проблемы прямой видимости между 2 точками в условиях трехмерного рельефа и более сложные способы отыскания траектории во многих отношениях подобны автоматическому оконтуриванию и анализу простираения поверхности. В этих двух областях исследования более частные вопросы, представляющие общий интерес, тесно переплетаются с более общими проблемами,

интересующими узкий круг специалистов. Математические построения, связанные с указанными темами, относятся к одному из разделов топологии. Наибольшее развитие эти разделы получили в военном деле в связи с моделированием боевых ситуаций. В обоих случаях необходима информация о высотах, а также пространственных координатах (хранение трехмерных данных). Некоторые из систем с возможностями такого рода увязаны с географическими информационными системами, с их обширными массивами данных. Вычислительные процедуры реализуются на ЭВМ; они требуют много машинного времени, и в интересах эффективности эти процедуры были значительно усовершенствованы.

КАРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ
ПОСТРОЕНИЕ КРУГА



КАРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ
ПОСТРОЕНИЕ ПОЛИГОНА



АДМИНИСТРАТИВНАЯ КАРТА
ПОСТРОЕНИЕ ПОЛОСЫ

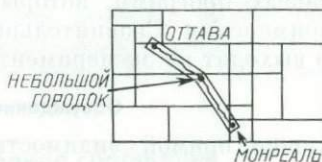


Рис. 10

Прямая видимость между 2 точками означает отсутствие затеняющих препятствий между ними. Разработаны типовые программы определения затенения, создаваемого формами рельефа, в связи с проблемой радиолокационной тени. Соответствующие программы отыскивают ближайшие точки, из которых можно видеть другую, или же регистрируют отсутствие прямой видимости. Другая программа из этой же серии типовых программ определяет наличие препятствий на траектории снаряда между двумя точками. Процедура наведения представляет обобщение всех этих процедур, обеспечивая движение какого-либо объекта от одной точки земной поверхности к другой в соответствии с некоторой системой установленных правил. Эти правило, например, могут воспрещать удаление от поверхности Земли или от определенных отметок высоты, кроме как при заданных условиях. При поиске «кратчайшего» пути нужно учитывать наличие гор и долин.

Перечень требований, связанных с возможностью выполнения таких операций, ясен. Разработка алгоритмов для автоматического выполнения такого анализа и принятия решений едва только начинается. Создано несколько типовых программ, которые не получили еще широкого применения. Сравнительно с другими эти программы только выходят из экспериментальной стадии.

Обсуждение раздела В8

Условие прямой видимости используют в цифровых моделях местности в целях размещения радиолокационных станций. Такое же применение оно находит для определения маршрутов полетов в радиолокационной тени.

C. Steinitz, A. Schmidt

Можно определить секторы обзора местности, видимые из любой выбранной точки наблюдения. Подобное исследование выполняется в связи с проектом размещения крупных автомагистралей по программе, первоначально разработанной Амидоном. На экране кинескопа можно также показать в цвете изображения строений в зоне города. Цель последнего исследования, выполняемого Камнитцером в Калифорнийском университете, Лос-Анджелес, — позволить заказчику «проехать» городскую зону и, по сути, осмотреть все пространство с различных точек

зрения. Кроме этого, можно также (1) в соответствии с данной цифровой моделью местности графически определить вершины, впадины, перевалы, населенные местности, русла рек и положение горных хребтов на этой поверхности и (2) воспроизвести величину и направление склона, неявно присутствующую в цифровой модели местности.

C. Steinitz

Прямая видимость представляет лишь одну из разновидностей большой группы признаков, которые выявляются путем специального анализа и могут использоваться применительно к цифровым моделям местности. Процедуры по содержанию близки к процессу просеивания, который представляет несколько более примитивный способ анализа. За последние несколько лет в Гарвардском университете создан целый ряд программ пространственного анализа; в настоящее время общее их число достигает 24. Многие из них создавались независимо друг от друга и в результате совсем не пригодны для последовательного сочленения. Вследствие этого один из проектов текущего года посвящен разработке набора взаимозаменяемых программ-модулей, при помощи которых можно выполнять различные виды пространственного анализа и в то же время при необходимости использовать их в последовательности.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ В. ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В9. Измерение

Различные характеристики сохраняемых данных можно автоматически вычислять и сохранять для последующих справок. Обычно это выполняется только по запросам; но иногда наиболее часто запрашиваемые данные хранят наряду с основными категориями данных.

При индексации данных на основе фиксированной опорной сетки сведения о площадях уже известны. В системах с записью непрерывного изображения требуется вычисление площади, и эти сведения хранятся во многих системах наряду с основными категориями классификации данных. Вычисления длины границ или пери-

метра районов и длины дорог на картах контуров не настолько просты, как можно было бы ожидать. Помимо ошибок, обусловленных криволинейностью форм рельефа, искажениями по широте или проекцией карты, значительные ошибки вносятся в скрытом виде из-за процедуры сглаживания изгибов, применяемой для уменьшения объема данных при записи непрерывных изображений. Смещение на одну единицу к северу плюс на одну единицу к востоку в 1,4 раза больше смещения на одну единицу к северо-востоку. Это один из факторов, которые следует учитывать. Существуют простые приближенные способы вычисления, но таких, которые учитывают все факторы, очень мало.

Подсчеты частоты явлений обычно применяются в случае конкретных запросов. Но их можно использовать и для определения повторяемости тех или иных решений классификационного типа. Простой запрос, связанный с подсчетом частоты и с вычислениями площадей и длин, мог бы выглядеть так: «Сколько участков с площадью больше двух квадратных миль можно огородить забором длиной менее 10 миль?»

В10. Слияние

Процедура слияния позволяет объединить карты, которые не перекрываются, но содержат одинаковые категории сведений о местах, которые они отражают. При этой процедуре отдельные массивы данных объединяются в один массив, характеризующий больший район. Обычно это требуется только для смежных карт, которые представляют непрерывный район исследований, но возможно и в случае любых двух комплектов карт. В качестве примера можно указать создание банка данных для большого района. Единственное ограничение на этом пути связано с устройством самой системы. Стандартные программы математического обеспечения, прилагаемые к ЭВМ, хорошо приспособлены для слияния двух массивов в один, более крупный.

Система математического обеспечения должна содержать программы, которые обновляют главные указатели, обеспечивают связи внутри массива данных и перекрестное сообщение, следят за неповторением отсылочных ме-

ток и обеспечивают соответствие классифицированных сведений по районам, захватывающим несколько листов карты.

Процедуры, обеспечивающие указанные операции с данными, вполне разработаны, но не всегда полностью внедрены и, во всяком случае, недостаточно апробированы во всех системах. Слияние массивов данных выполняется достаточно просто, но при стыковке смежных карт часто возникают затруднения.

В11. Наложение

Процедуры наложения обеспечивают комбинирование карт, содержащих различную информацию о территории, которую они характеризуют (например, сельскохозяйственный потенциал и административные границы), и могут частично или полностью перекрываться, обеспечивая информацию об одних и тех же районах (рис. 11—15).

В системах с фиксированной опорной сеткой для этого необходимо просто скombинировать данные о дискретных элементах, получив в результате более детальную классификацию. Соответствующие процедуры в этих системах только начинают использоваться.

Для дискретных систем с переменной опорной сеткой такая возможность ограничена. Поскольку границы ареалов не фиксируются, а также не запоминаются, их пересечение определить невозможно. Следовательно, результат наложения таких ареалов, создающий новые ареалы, не может быть вычислен из-за пересечения границами.

В системах с записью непрерывных изображений такая процедура становится чрезвычайно мощной и весьма



Рис. 11

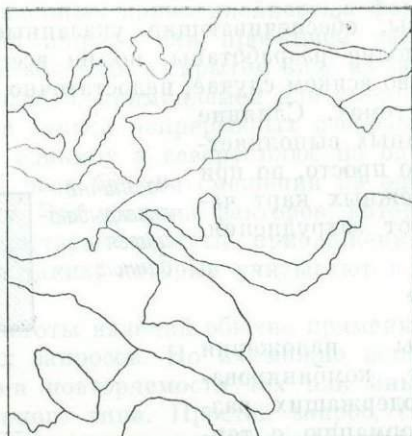


Рис. 12. Пример расположения границ на типичной карте почвенных классов.

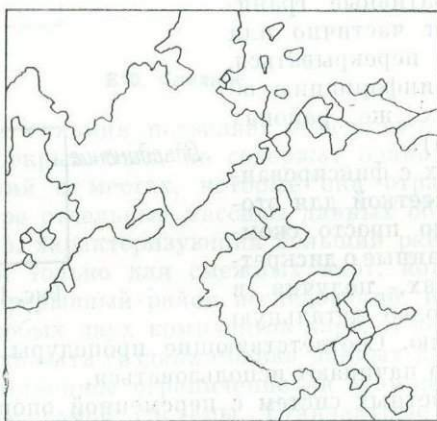


Рис. 13. Пример расположения границ на типичной карте современного использования земли.

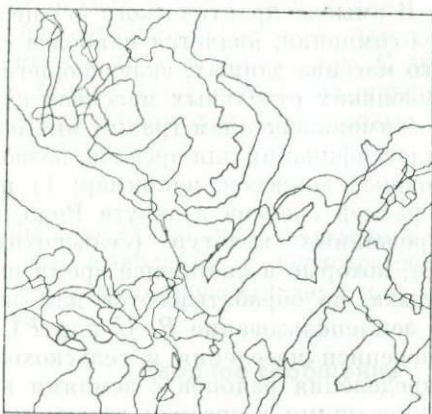


Рис. 14. Результат наложения границ, указанных на карте почвенных классов, на границы, помещенные на карте современного использования земли.

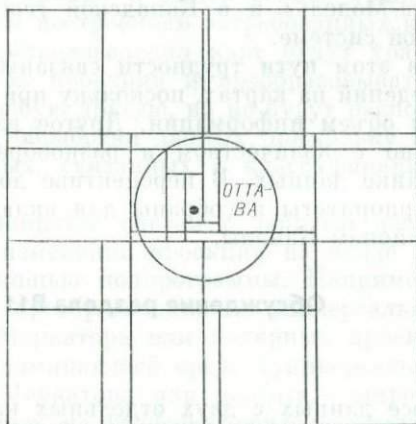


Рис. 15. Сочетание: административная карта+карта данных переписи+встроенный круг

Рисунок иллюстрирует результат наложения гипотетических административных и переписных районов в сочетании с встроенным кругом,

желательной. В смысле практического осуществления эта процедура, без сомнения, является наиболее сложной. Создание единого массива данных, включающего всю информацию из нескольких отдельных массивов карт плюс обусловленное взаимоналожением границ многообразие многоаспектной классификации для ареалов, позволяет решить ряд очень сложных вопросов, например: 1) найти местоположение и размер ареалов в округе Ридо, подходящих для высокоурожайных культур (сельскохозяйственный класс 1 или 2), которые в настоящее время используются как места отдыха, не обрабатываются или заняты лесом (современное землепользование R , U или F); 2) объединить карты переписи населения и сельскохозяйственные карты для определения районов с землями высокого качества, но приносящими в среднем весьма низкий доход; 3) при объединении карт, показывающих речные бассейны, климат, пригодность земли для лесоводства, состав фауны, места отдыха и геологические данные, число вопросов, которые можно поставить, становится безграничным.

Такая процедура внедряется в настоящее время в системе «Карта/Модель» и в Канадской географической информационной системе.

Стоящие на этом пути трудности связаны с высокой плотностью сведений на картах, поскольку при наложении суммируется и объем информации. Другое важное ограничение связано с количеством и разнообразием карт, хранимых в банке данных. В перспективе должны быть установлены приоритеты и собраны для включения данные по всем районам Канады.

Обсуждение раздела B11

T. Waugh

При переносе данных с двух отдельных карт для создания третьей карты нужно характеристики с первых двух карт трансформировать на третью. При этом следует учитывать, что эти характеристики могут иметь вид либо абсолютных значений, либо плотностных. В случае абсолютных значений соответствующие характеристики, по мере того как они появляются на третьей карте в любой географической зоне, должны указываться в виде

пропорции от исходной величины, причем эта пропорция зависит от относительного размера новой зоны сравнительно с размером двух исходных зон. С другой стороны, плотностные данные выражаются, по определению, в расчете на единицу площади и как таковые могут переноситься непосредственно.

S. Arms

Объяснены процедуры, используемые в системе «Карта/Модель» для выявления и регистрации районов, созданных путем комбинирования двух или нескольких исходных карт.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ В. ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В12. Изменение проекции

В целях действий с данными картографические изображения накапливаются в одной проекции. Изменения проекции могут выполняться на стадии исходных карт для приведения их к общей основе хранения или перед графическим построением затребованных карт. Некоторые системы воспроизведения карт будут хранить изображения в любой проекции и преобразовывать ее для построения в любую другую, но не будут располагать другими средствами обработки данных, поскольку не будут содержать данных, связанных с классификацией или сеткой ареалов.

В большинстве систем с записью непрерывного изображения изменение проекции на входе легко выполняется с помощью подпрограммы. Например, может быть выполнено преобразование от универсальной поперечной проекции Меркатора или полярных проекций, соответствующее запоминающей среде (универсальная поперечная проекция Меркатора или долгота — широта). Перед выводом данных на графопостроитель произойдет обратное преобразование, которое обеспечит на выходе любую проекцию, для которой существует математическое определение.

Эти процедуры хорошо отработаны в некоторых системах, например в системе AUTOMAP (Автоматическая картопостроительная система), где имеется 15 высокоэф-

фактивных проекций для результатов на выходе системы. Это же решение могло бы использоваться при необходимости во многих других системах.

Обсуждение раздела В12

W. Schmidt

Известно несколько вычислительных программ, разработанных в ЦРУ в целях изменения проекций карт на ЭВМ. При преобразовании входных данных их система способна трансформировать координаты в любую из пяти различных систем координат. На выходе могут выполняться до 16 различных преобразований проекций.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ В. ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В13. Изменение масштаба

Процедуры изменения масштаба используются при действиях с данными и на стадии выдачи результатов. Изменение масштаба проще, чем изменение проекции, и легко сочетается с графопостроением на выходе данных. Так же просто выполняется и хорошо изучено увеличение изображения в целях действий с данными. Трудности возникают при уменьшении изображения (или уменьшении с последующим увеличением).

Чем вызвана необходимость изменения масштаба? Часто в систему поступают карты с разными проекциями, которые желательно сравнить, наложить или согласовать друг с другом (слить). Логично также (если это возможно в рамках данной системы) хранить карты с низкой плотностью данных в более грубом масштабе, чтобы уменьшить загрузку ячеек памяти. В этих случаях для выполнения соответствующих вычислений выгодно использовать ЭВМ.

Трудности при уменьшении изображений вызваны слиянием линий, которые прежде были отдельными. Сказывается и плотность получающихся данных. Картограф может решить, какие линии не надо трогать, какие малые ареалы или острова не должны исчезнуть или что определенные данные менее важны или излишни. Это при-

водит к необходимости использования систем с ручным управлением, при которых линии не сливаются, важные данные сохраняются, а карты не перегружаются из-за плотности данных. Тем не менее существует необходимость в разработке системы общих правил, которые можно преобразовать в код вычислительной машины и которые будут моделировать решения картографа. Существующие методы изменения масштаба работают так, что либо приводят к полному исчезновению информации с карты, либо оставляют часть ее (создают острова из полуостровов и т. п.). Нужен более тонкий алгоритм, который, исходя из показателя важности, приданного данным, и в сочетании с коэффициентом, определяемым степенью изменения масштаба, будет выбирать и процедуру генерализации при объединении малых ареалов в большие. Раньше стоимость внедрения таких процедур сравнительно с их полезностью казалась чрезмерной.

Что касается процедуры увеличения изображения после уменьшения, то существующие методы относятся к числу алгоритмов, наиболее сложных по своей теоретической базе. Сохранять информацию о том, что устраняется, нецелесообразно (причиной устранения обычно является объем данных). Поэтому, когда изображение увеличивают, вставки данных не происходит, и линии, которые остались раздельными, отстоят друг от друга дальше, чем первоначально.

Уменьшение или увеличение изображения путем изменения масштаба является логически необходимым действием, которое в настоящее время довольно широко используется в системах обработки информации, помимо процедур генерализации. Другие более сложные программы обработки данных этим способом, особенно увеличение изображения после уменьшения, требуют тщательного критического изучения и обоснования. Быть может, в этом случае проще использовать исходную карту.

В14. Поиск

Можно указать три этапа поиска. Простейший — это поиск характеристик определенного типа. Второй тип представляет поиск банка данных для всех точек, линий или районов, которые входят, пересекаются или соприкасаются с заданным множеством точек, линий или райо-

пов. Третий тип — это поиск точки, линии или района определенного вида, ближайших к заданной группе точек, линий или районов.

Результатом любой из этих процедур поиска может быть либо список в форме краткого сообщения, либо подмассив из всех данных в стандартном формате, принятом для записей в банке данных. Такой поиск может использоваться, чтобы ответить на вопросы типа: где имеется участок земли, пригодный для создания кемпингов на берегу озера в пределах пяти миль от основной автомагистрали?

Поиск данных заданного типа, поиск для создания подмассива или списка данных внедрен во многих системах. Разработка других процедур выборки только планируется.

В15. Статистические процедуры

Статистические процедуры могут быть полезными при анализе сведений, содержащихся в банке данных. Сюда входят процедуры, начиная от простой линейной регрессии и расчетов дисперсии по имеющейся информации (классификационные данные, особенно данные переписи) до более сложной многомерной регрессии и корреляционного анализа. Имеются сборники таких программ, многие в виде хорошо сочетаемых подпрограмм, таких, например, как рекомендуют представители фирмы IBM. Их можно использовать в любой системе с достаточно развитыми средствами обработки данных. Есть возможность всегда добавлять и новые процедуры, если информация содержится в соответствующем виде, позволяющем подвергнуть ее статистическому анализу.

В16. Имитационные модели

Имитационные модели, которые используют и трансформируют информацию, сохраняемую в географической системе, — полезное подспорье при принятии решений. Модели использования земель могут предсказывать возможные урожаи культур при улучшенном удобрении этих земель. При планировании городов или промышленных центров могут исследоваться потери сельского хозяйства из-за убыли земель для продовольственных культур или изменения в транспортных издержках и способах земле-

пользования. Это могло бы повлиять на современное использование ценных сельскохозяйственных земель. Такие модели можно применять в градопланировках и при определении затрат на строительство дорог.

Все это относится к категории итоговых результатов для многих разрабатываемых географических информационных систем. Это благородные и весьма важные цели, которые, однако, еще не достигнуты. Ряд действующих ныне систем способен выполнять лишь элементарные операции. Не следует забывать, для каких целей они создавались. Нужно продолжать совершенствование этих систем, пока не будут достигнуты результаты, для получения которых они предназначались.

Большинство систем допускает улучшение и позволяет включить программы для имитации различных способов использования данных, которые они содержат.

Обсуждение раздела B16

D. Marble, P. Kingston, D. Sinton

Участники полностью согласились с тем значением термина «имитация» («simulation»), в каком он используется здесь. По мнению автора сообщения, термин следует распространять также на такие операции, которые обычно называют «моделирование» («models»), в том числе на вероятностные модели, реализуемые на основе метода Монте-Карло. Предложено использовать термин в максимально широком смысле, не распространяя его, однако, на натурные или аналоговые модели.

T. Waugh

Показано несколько слайдов с данными, извлеченными из банка данных по юго-восточному сектору Бостона. Эти слайды иллюстрируют способ, посредством которого разнородные данные типа данных о загрязнении воды или улучшении земель можно объединить при помощи логических операций с целью оценки пригодности района для дальнейшего освоения.

D. Sinton, D. Marble

Одной из наиболее важных операций поиска, которые выполняются на базе географических данных, является

операция выбора оптимального маршрута. На кафедре гражданского строительства университета Пардю создана программа для определения оптимальных маршрутов при прокладке автомагистралей внутри транспортного коридора.

В. Wellar

В Канзасском университете проводится исследование по теме географии транспорта, в котором широко используются методы моделирования, анализа и оценки транспортных сетей. Подобное же исследование выполняется на Опытном полигоне для испытания радиоэлектронных устройств армии США в Форт-Уачука, Аризона¹, в котором используется процедура оптимизации (линейное программирование, динамическое программирование, методы Монте-Карло и пр.), хотя параметрическое программирование не применяется.

С. Steinitz

Помимо нескольких программ, имеющих в Гарварде, существует также ряд довольно обширных банков географических данных, описывающих пригородные и сельские районы с разбивкой их на ячейки сетки от 1 километра до 0,01 километра. Эти банки будут доступны всем, кто заинтересован в их использовании, для экспериментов такого рода, как размещение оптимальных маршрутов.

Сводное сообщение

ЧАСТЬ С. УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ

С1. Управляющие устройства

Управляющие устройства используются в качестве средств управления информационными системами со многими массивами записей и различными программами (рис. 16). Они позволяют потребителю вызвать программу и необходимые массивы данных, не прибегая к ручному вводу специальных комплектов перфокарт на языке ко-

¹ U. S. ARMY ELECTRONIC PROVING GROUND, Fort Huachuca, Ariz., U. S. A. Investigation of model techniques. Da Project № 3H98-00-800. Clearing House Document AD — 275549, 349 p./S 21.00.

манд для извлечения нужных программ из библиотеки и описания массивов, которые будут выбраны. Все это выполняется за него автоматически, по запросу. Эти автоматические системы очень сложны, однако они снимают бремя хозяйственно-административных забот с составителя запроса и возлагают его на машину.

Простые устройства управления имеет Канадская географическая информационная система. Проводится дальнейшая ее разработка; однако, пока не завершены, не детализированы и, по крайней мере частично, не внедрены все процедуры, которые должны быть объединены управляющим устройством, ее возможности ограничены.

С2. Обработка данных и языки запросов

Другим средством, обеспечивающим взаимодействие потребителя с системой, является язык запроса. Оно позволяет потребителю сформулировать вопрос в упрощенной форме, которая интерпретируется ЭВМ. В свою очередь ЭВМ под контролем управляющего устройства, как описано выше, вызовет необходимые данные и программы, обеспечив ответ. Это уменьшает, а в некоторых случаях устраняет необходимость вмешательства программиста для взаимодействия между потребителем и информационной системой.

Чтобы понять различие между процедурой управления и языком запроса (хотя обычно они тесно взаимосвязаны), приведем несколько примеров.

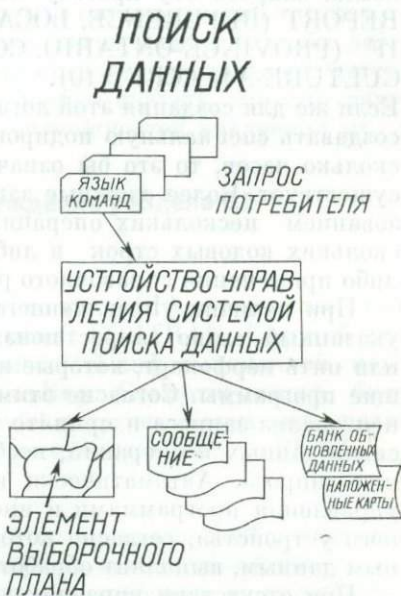


Рис. 16. Соотношение между запросом потребителя, языком команд, управляющим устройством системы поиска данных и окончательным выходом, или обновленными данными.

Допустим, мы просим сообщить информацию о всех участках земли с площадью больше 10 акров в округе Ридо провинции Онтарио, которые имеют сельскохозяйственную классификацию «А», предоставив их учетный номер, местоположение центра и площадь в акрах. С помощью языка запроса эту просьбу можно закодировать в виде: REPORT (REFERENCE, LOCATION, ACREAGE) IF (PROVINCE-ONTARIO, COUNTRY-RIDEAU, AGRICULTURE-A1, ACRE > 10).

Если же для создания этой логической схемы пришлось бы создавать специальную подпрограмму и это заняло бы несколько часов, то это бы означало, что языка запроса не существует. Более сложные запросы, связанные с использованием нескольких операций, могут потребовать нескольких кодовых строк и либо специального обучения, либо применения справочного руководства.

При наличии управляющего устройства для ответа на указанный выше запрос понадобилось бы лишь четыре или пять перфокарт, которые вызвали бы интерпретирующие программы. Согласно этим программам будет выполнен анализ запроса и принято решение относительно массивов данных и операций, необходимых для удовлетворения запроса. Автоматически вводятся все команды для управления программами и инструкции для исполнительного устройства, согласно которым оно обратится к нужным данным, выполнит обработку и выдаст результат.

При отсутствии управляющего устройства выполнение запроса будет связано с объемистыми колодами перфокарт, содержащими программы и инструкции исполнительному устройству. В зависимости от запрашиваемой информации может потребоваться также изготовить дополнительные перфокарты для указания ЭВМ, какие файлы нужно выбрать из библиотеки, чтобы обеспечить необходимые данные. Во многих случаях это представляет многоэтапную операцию, требующую трудоемкой подготовки перфокарт и сопряженную с ошибками, вносимыми человеком.

В системе Urban Geo-coding и Канадской географической информационной системе используется стандартный язык запроса. Язык системы Urban Geo-coding, созданный в Статистическом бюро Канады, имеет специализированное назначение как язык запроса, а не язык управления данными, но обеспечивает очень гибкие способы запроса. Ка-

надская географическая информационная система имеет развитый, но не полностью внедренный язык управления данными. Поскольку он предназначался для обеспечения гибкого управления многими массивами данных, он несколько более сложен, и для его применения необходимо специальное обучение. Он не позволяет сделать даже простой запрос. Он допускает возможность значительного улучшения, и эти программы легко можно было бы добавить. Поскольку указанные средства продолжают интенсивно совершенствоваться, можно сказать, что они находятся в стадии изучения возможностей внедрения их в практику.

Обсуждение раздела С2

V. LaGarde, P. Kingston

Инженерным корпусом армии США в качестве стандартного языка запросов принят FORTRAN. С другой стороны, в Канадской географической информационной системе, в системе Urban Geo-coding Статистического бюро Канады, в системе Map/Model и других в этих же целях использован язык PL/I и языки, основанные на PL/1¹.

K. Dueker

Ни FORTRAN, ни PL/1 не пригодны для использования в качестве языков запроса, ориентированных на потребителя. Язык запроса должен требовать от потребителя минимальных усилий и знаний программирования. Языки высокого уровня, такие, как FORTRAN, пригодны для создания языка запроса, но сами по себе не должны рассматриваться как языки запроса².

¹ Kingston P., 1968. A computer oriented geographic information retrieval system, Paper presented at the Canadian Operational Research Society Conf., Toronto, Canada, May 1968.

² Dueker K., Spatial data system I, Technical Report, Department of Geography, Northwestern University, AD652005, Clearing House for Federal Documents, Springfield, Va. 22151, U.S.A.

Dueker K., Spatial data system II, Technical Report, Department of Geography, Northwestern University, AD652006, Clearing House for Federal Documents, Springfield, Va. 22151, U.S.A.

Dueker K., Spatial data system III, Technical Report, Department of Geography, Northwestern University, AD652007, Clearing House for Federal Documents, Springfield, Va. 22151, U.S.A.

В настоящее время используется целый ряд языков. Вог (Waugh) разработал язык DATMAN. Отделом общественных наук в Гарварде создан язык DATA-TEXT, применяемый при исследованиях в области социальных наук. Язык SPSS (Блок статистических программ для общественных наук), первоначально созданный в Стэнфорде, распространился ныне благодаря Центру исследований общественного мнения при Чикагском университете. Статистическим бюро США создан и ныне используется его исследовательскими службами на базе Южнокалифорнийской региональной информационной системы (SCRIS) язык GRIDS (Система географического поиска и воспроизведения информации).

Сводное сообщение

ЧАСТЬ Д. СРЕДСТВА ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ

Вопросы поиска информации будут освещены кратко, поскольку они перекликаются с проблемами вывода данных, которые рассматриваются в следующем разделе трудов симпозиума.

Д1. Способы воспроизведения

В число способов воспроизведения входят печать типовых сообщений, графообразование, вывод данных на экран кинескопа (дисплей), печать черно-белых или цветных изображений и др. Сейчас мы будем говорить в основном о приемах действий с данными, которые предшествуют воспроизведению. В их число входят некоторые из упомянутых выше способов изменения масштаба и проекции. Прочие включают программы SYMVU (вывод трехмерных изображений по Синаграфической картографической программе), которые вычисляют перспективное изображение для выводимых контурных данных. Эти программы хорошо разработаны и дают весьма наглядные результаты. Очень мало изучены вопросы взаимодействия многочисленных возможных средств вывода, которые могут быть включены в географические информационные системы широкого профиля. Воспроизведение

на дисплее и графопостроителях, печать карт в изолиниях по программе SYMAP, процедуры SYMVU и автоматическое оконтуривание могли бы выполняться устройствами воспроизведения любой географической информационной системы с записью непрерывных изображений. Проблема связи этих устройств (которые сами по себе часто весьма совершенны) в единую систему остается пока малоизученной. Соответствующие вопросы в этой области находятся на стадии изучения. Им посвящено много теоретических исследований, но мало что сделано для практического решения.

Д2. Перечисление данных заданного типа

Перечисление данных заданного типа возможно при помощи процедур выборки, выполняемых описанными ранее устройствами поиска. Отдельные структуры для массива записей допускают применение автоматизированных устройств выборки, которые дают эту информацию. При наличии языка запросов (в отличие от языков управления данными) возможно создание автоматизированных устройств, выполняющих программы с описанием содержания выходной записи. Эти языки часто трудны для изучения и применения.

Чтобы упростить использование большинства систем для получения списков данных, необходимо проделать большую работу. Разработка более легких в применении языков запроса и программ с описанием содержания выходной записи сделало бы данные более доступными для потребителей, для которых предназначены эти системы. Хотя в этой области предпринимались большие усилия, необходимо провести большую дополнительную работу, чтобы вывести разработку вопросов ориентированного на потребителя взаимодействия из стадии предварительного изучения возможностей.

Д3. Взаимодействие человека и машины при исправлении, обновлении и запросе данных

Взаимодействие человека и машины лучше всего протекает при наличии управляющей ЭВМ с цепью обратной связи для потребителя. Часто оно достигается при

использовании терминала ЭВМ, воспроизводящего устройства с дисплеем, или операторного клавиатурного ввода команд. При автономной работе ЭВМ взаимодействие может осуществляться путем обращения к вычислительной программе, которая выполнит проверку текущих результатов на ошибки и сообщит потребителю о готовности к продолжению работы.

Такое взаимодействие необходимо при: 1) редактировании входных данных и исправлении ошибок, 2) обновлении массива или его изменении, 3) запросе и ответе.

Для редактирования входных данных и обновления массива могут использоваться в известной мере сходные процедуры. Многие из них могут выполняться при помощи печатающего оконечного устройства. Однако в случае записи непрерывных изображений для исправления или изменения картографических изображений гораздо проще и быстрее использовать устройства воспроизведения типа дисплей. Хотя дисплей предпочтительнее, по соображениям стоимости обычно ограничиваются АЦПУ.

Поскольку на выходе обычно необходимо получение копий, печатающее устройство (АЦПУ) чаще удовлетворяет требованиям запроса. Графический вывод обеспечивает устойчивую запись картографических данных и легко может быть запрошен с оконечного устройства для выполнения автономных операций. В настоящее время имеются устройства, создающие копии размером $8,5 \times 11$ дюймов с воспроизводящих устройств IBM 2250 на дисплее. Однако на экране дисплея можно показать лишь ограниченную часть изображения, поскольку он меньше графической копии среднего размера на выходе, которая может потребоваться.

В целях редактирования и исправления данных в Канадской географической информационной системе используется развитый, ориентированный на потребителя язык «Неавтоматизированного исправления ошибок» («Manual error correction») для автономной вспомогательной групповой обработки данных. Это позволяет выполнять разнообразные манипуляции с изображениями и вносить изменения для исправления ошибок. Соответствующие идеи могут найти применение при использовании оконечных устройств и обновлении банка данных.

В системе ТОРОСОМ (Топографическое управление

армии США) для редактирования и исправления изображений используется дисплей, работающий в оперативном режиме. Экспериментальным картографическим отделом в Оксфорде выполнено исследование возможностей оперативного взаимодействия и редактирования при непосредственном использовании цифрового преобразователя и получены полезные и интересные сравнительные результаты. Подобное интересное исследование проведено для Канадской гидрографической системы.

Приемы обновления данных, требующие взаимодействия человека и машины, часто сходны с процедурами редактирования, но обычно менее разработаны. По вопросам, связанным с вводом и обновлением данных, проведена большая исследовательская работа. Как показывают результаты, система полностью автоматизированного ввода практически невозможна, и проблема взаимодействия человека и машины сохраняет свое значение. Однако эти результаты так разнообразны и противоречивы, что, хотя в некоторых системах внедрены соответствующие процедуры, оптимальный результат остается невыявленным, и эта область исследований требует дальнейшей разработки.

Что касается взаимодействия человека и машины при запросе, то ряд существующих систем не имеет оперативных устройств, но позволяет добавить их. Эти системы позволяют делать групповой или дистанционный запрос и оборудованы соответствующими устройствами с замедленным циклом обработки. Однако для систем, предназначенных для работы в реальном масштабе времени, разработаны средства оперативного запроса. Средства запроса, допускающие взаимодействие человека и машины, имеет система AUTOMAP и система Инженерного корпуса водных путей сообщения армии США. Запрос и обновление изображений при помощи дисплея исследовались с использованием аэронавигационных карт по заказу Береговой службы и Управления геодезической съемки США. Значение и удобство оперативного запроса неоспоримы. Средства для действий с данными, связанные с системами запроса, крайне ограничены. Прежде чем станут возможны действительно совершенные оперативный запрос и управление географической информацией, потребуется разработать значительно большее число средств.

Информационные системы для планирования: вопросы и проблемы¹

Тормод Германсен

Введение

За последние годы во многих странах заметно возрос интерес к статистическим данным и другим сведениям по территориям меньшего размера, чем целая страна. Этот возросший интерес проявляют прежде всего потребители массовой информации: лица, занимавшиеся региональным и городским планированием, авторы географических и социально-экологических исследований и планировщики регионального экономического развития. Во всех этих областях расширяется применение количественных методов и на основе ЭВМ ведется обработка большого числа подробных данных. Для нужд городского планирования интересно в основном создание банков статистических данных, которые в географическом аспекте охватывают городские территории и функционально тяготеющую к ним периферию [15, 52, 102, 40]. Уже обсуждалась возможность объединения банков городских данных с информационными системами городского управления [23, 41, 13, 38]. Что касается области географических и социально-экологических исследований, то там преобладает интерес к проблемам в масштабе страны и внимание привлечено к созданию банков многоцелевой информации с установкой на охват всей территории страны при регистрации сведений о самых мелких ее географических подразделениях; при этом система классификации и хранения информации должна обеспечивать ее удобное воспроизведение [79, 6, 39, 32].

Сразу отметим два обстоятельства, связанных с разработкой банков данных, ориентированных на географию. Во-первых, традиционный способ организации и представ-

¹ Tormod Hermansen, Information systems for regional development planning: issues and problems, in: Lund studies in geography, ser. B. Human geography, № 37 (Information systems for regional development — a seminar), Lund, 1971.

ления статистических сведений в виде многоцелевых таблиц признан неэффективным. Он требует больших затрат времени и должен быть заменен современными методами сбора, хранения и обработки информации, когда сведения, нужные для конкретной цели, воспроизводятся по запросу [96]. И второе, что менее положительно и присуще именно более традиционным методам, — это сильный тренк к накоплению многочисленных характеристик территорий при отсутствии заметного прогресса в получении информации о межрегиональных потоках, хотя она крайне необходима почти во всех работах по анализу пространственных систем и планированию [57].

Третья основная группа потребителей региональной информации — специалисты по планированию регионального и межрегионального экономического развития. Им прежде всего важно располагать более совершенной информацией об использовании земель [18, 100]. Их интересует также региональная статистика, типичная для обобщающих статистических сборников, известных в каждой стране. И особенно им требуется создание межотраслевых и межрегиональных балансов на основе учета социальных и экономических показателей [50, 47, 48]¹. Самые большие трудности и здесь связаны с получением данных о межрегиональных потоках товаров и услуг, о межрегиональной торговле и потоках денег, а также о миграциях. Эти трудности, разумеется, тесно связаны с выделением границ подходящих районов. Учитывая очевидную и по самому существу дела обязательную связь между информацией, запрашиваемой указанными основными группами потребителей, и имеющимися у них источниками основных данных, представляется только естественным, что люди осознали перспективы более тесного сотрудничества и те преимущества, которые можно извлечь из совместных усилий по обеспечению лучшей информации о пространственных системах. В поисках способов наладить сотрудничество и способствовать объединению различных банков данных и предлагаемых балансов возрос интерес к недавно разработанным пред-

¹ В Западной Европе тоже растет интерес к региональным балансам. Можно сослаться, в частности, на работы [4, 67, 63] (соответственно по Ирландии, Уэльсу и Шотландии). Французский опыт ежегодной публикации тщательно разработанных региональных статистических данных и балансов описан в [97].

ставлениям, известным под названиями «теория систем» и «теория информационных систем»¹.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы разорвать вопросы и проблемы, связанные с системным подходом к районам и региональному развитию, когда вопрос о получении региональной информации решается в рамках теории информационных систем. Таким образом, мы собираемся не обсуждать проблемы и методы, связанные с созданием, эксплуатацией и объединением банков географических данных в общем плане, а прежде всего рассмотреть вопрос о таких банках данных, как о части информационных систем, предназначенных для планирования регионального развития и управления им. Хотя и эта тема сама по себе очень широка и, вероятно, носит слишком общий характер, мы полагаем, что, определив таким образом направленность данной статьи и начав с анализа внутри- и межрегионального планирования промежуточного характера в рамках общенациональных систем планирования, мы сможем прийти хотя бы к некоторым выводам, имеющим общее и практическое значение. Сначала мы дадим общее понятие о теории систем и теории информационных систем. В этой связи будет проведено подразделение общего понятия информации на пять главных категорий. Далее мы обсудим различные информационные системы для регионального развития. Наконец, будет сделана попытка обобщить черты различных специализированных информационных систем, чтобы на этой основе обрисовать полную информационную систему, предназначенную для управления региональным развитием.

Информационные системы: некоторые общие соображения

1. Хотя теория информационных систем была разработана преимущественно для анализа и совершенствования деловой сферы с четкой структурой ее учреждений (см., например, [77, 78, 59]), она, как мы думаем, охватывает и вопрос об информации в более широкой поста-

¹ Так обстояло, например, дело с проектом информационных систем для регионального развития, разработанным Институтом социального развития при ООН. Общее описание этого проекта см. в [60].

повке, например в рамках регионального развития и планирования¹. Мы начнем с того, что примем формальные определения информационной системы, предложенные соответственно Холлом и Фейджином [37] и Лангефорсом [59]. Условимся называть системой множество объектов, которые характеризуются рядом качеств и образуют единое целое благодаря соотношениям между объектами и их свойствами. Понятие системы является чисто абстрактным и может использоваться как для изучения объектов и связей, принадлежащих к «реальному миру», так и по отношению к абстрактным категориям (получившим дефиницию), таким, как набор теоретических понятий [23]. Любую систему можно изучать на разных уровнях абстракции. Так, объекты, которые образуют составляющую часть (или компоненту) определенной системы, можно всегда рассматривать как подсистему этой большой системы, то есть как систему с более элементарными частями и соотношениями. Поскольку такие подсистемы взаимозависимы, они находятся в определенных отношениях со средой, и потому их называют открытыми системами. Следуя опять-таки за Холлом и Фейджином [37], мы назовем окружением открытой системы те объекты, которые воздействуют на состояние системы и сами зависят от ее состояния. Отсюда следует, что открытую систему можно отграничить от ее среды только произвольным образом. Это означает, что любую систему можно подразделить на ряд подсистем, компонент и элементов весьма различным образом, зависящим от целей такого подразделения².

2. Информационную систему мы можем теперь в соответствии с Лангефорсом определить как вспомогательную подсистему реальной действительности, содержащую компоненты, или «блоки», для сбора, передачи, хранения, обработки и выдачи информации [59, стр. 143]. Вспомогательный характер такой информационной системы обусловлен запросом со стороны более крупной охватывающей системы, которой нужен приток и обмен информации.

¹ См. [13]. О применении понятия в области получения и распределения статистической информации см. [73], а о технологической информации — соответствующие статьи в [80].

² Полный обзор теории систем, и особенно открытых систем, можно найти в [14]. Кратко она изложена в [52]. Ссылки на нее есть в статьях сборника [24].

Поэтому лишь формальные черты информационных систем могут быть рассмотрены в общем виде, а когда дело доходит до содержательных аспектов, их следует рассматривать в свете запросов охватываемой системы [59, стр. 149]. Вслед за Принсом [77]¹ мы будем считать, что в охватываемой системе есть блоки получения информации и естественно, что они связаны с информационной системой. Таким образом, структура информационной системы может быть описана, исходя из: 1) особенностей и задач охватываемой системы и типов



Рис. 1. Основная структура информационной системы.

необходимой информации; 2) источников информации; 3) каналов, по которым информация поступает и передается; 4) способов и средств обработки и хранения информации; 5) получателей информации. Эта основная структура отражена на рис. 1.

Подчеркнем следующие моменты. Во-первых, пара информационная система — получатель имеет как обратные, так и прямые связи. Оба участника этой пары (благодаря обмену информацией) всегда переплетаются друг с другом. Характер такого переплетения в пределах охватываемой системы будет называться *сетью информационной системы*². Во-вторых, получатели информации образуют многоярусную структуру, и соответственная организация будет и у информационной системы. Возникает информаци-

¹ Таким образом, мы пользуемся термином «информационная система» в более ограниченном смысле, чем, например, Лангефорс, который вкладывает в него более общий смысл обменных информационных связей в пределах всей системы.

² Это понятие, по-видимому, совпадает с понятием информационной системы в смысле Лангефорса.

ная сеть, в которой на разных ярусах структуры есть взаимосвязанные пары: информационная подсистема и подблок получения информации. В третьих, информационную систему всегда можно и иным образом подразделить на подсистемы, исходя из выполняемых операций по обработке и хранению сведений. Таким образом, налицо два различных способа подразделения информационных систем. Оба они полезны для дальнейшего анализа¹.

3. Исходя из запросов получателей информации информационные системы можно подразделить на осведомляющие и функциональные. Информационная система будет осведомляющей, если она обслуживает получателя, который сам в свою очередь снабжает информацией другие блоки системы, фактически не подвергая информацию такой переработке, как это бывает при планировании, принятии решений и т. д. Информационная система будет функциональной, если она обслуживает получателя, который производит указанную переработку. Другое принципиальное различие состоит в том, что функциональная информационная система по самой своей природе должна быть всеохватывающей; она обеспечивает получателя всей полнотой сведений, необходимых для выполнения конкретной функции. Осведомляющая информационная система гораздо более ограничена, она имеет дело с менее разнообразной совокупностью сведений. Поэтому функциональная информационная система часто включает в себя осведомляющую, которая в этом случае становится подсистемой². Осведомляющие информационные системы можно подразделить на многоцелевые и специализированные в соответствии с тем, обеспечивают они информацию по многим разнообразным темам, удовлетворяя различные запросы, или же их информация ориентирована на четко определенный запрос. Примером в первом случае может

¹ Из изложенных здесь понятий следует, что информационная система — это мысленный конструкт, полезный как инструмент анализа и улучшения обмена информацией в обществе. Информационной системе не обязательно будет в точности соответствовать какая-то реальная структура, однако такие структуры могут быть выявлены и изучены на разных уровнях обобщения.

² Функциональная информационная система может обслуживать планирование, управление и контроль; а осведомляющая — собирать и хранить данные по различным видам деятельности, как это осуществляют статистические службы. Системы первой разновидности рассмотрены в [77] и [59], второй — в [80].

служить Центральное статистическое бюро, во втором случае — специальные службы армии. Часто проводят различие и между накапливающими и распределяющими информационными системами. Главная задача первых — накапливать, запасать и хранить информацию, которая может быть выдана по запросу потенциального получателя. Задача вторых — систематически распределять информацию между более или менее четко определенными абонентами. Хорошим примером первых служат библиотеки, архивы, Центральное статистическое бюро; о вторых представление дает система образования и средства массовой информации, такие, как газеты, радио и телевидение.

4. С точки зрения получателя информации, ее источник можно охарактеризовать по его местоположению, доступности и пригодности. Что касается местоположения, то основных разновидностей три: 1) местные источники на том же ярусе структуры, где находится получатель информации, 2) источники в пределах охватывающей системы и 3) источники в окружении охватывающей системы. В последнем случае источник часто находится далеко, и тогда его использование связано с издержками при передаче информации. Это зависит от доступности, определяемой в свою очередь надежностью каналов связи. Существенно также, контролируются ли каналы связи получателем информации или же источником информации. Доступность источника и издержки передачи информации сильно зависят от таких характеристик канала связи, как емкость, быстродействие, степень автоматизации, надежность. Наличие информации в источнике определяется тем, как она упорядочена и хранится, от чего зависят и исходные издержки, связанные с получением информации и подготовкой ее к передаче¹. Чтобы эффективно использовать каналы и средства связи и выдавать информацию в приемлемой для потребителя форме, информационная система должна содержать блоки и средства для преобразования, свертывания и фильтрации сведений. Необходимы также справочно-информационные фонды с их носителями информации, позволяющими воспроизводить сведения по мере надобности. Носители информации, ор-

¹ Издержки накопления и передачи информации рассмотрены в общем виде в [82], а также [69].

ганизация справочно-информационного фонда, а также методы и техника воспроизведения, фильтрации, свертывания и анализа — все это очень важные характеристики информационных систем.

5. До сих пор мы употребляли термин «информация» в весьма широком и неуточненном смысле — как нечто передаваемое по каналам связи и нужное получателям. Чтобы перейти от чисто формального к более содержательному обсуждению вопроса, нужны уточнения, что понимать под информацией. Мы сделаем это, проведя разграничение между различными категориями информации, которые неявно подразумевались. Первое разграничение касается систем-реалий и систем-моделей. Последние создаются для того, чтобы изучать и направленно изменять реальный мир. Этот мир и его системы-реалии содержат так много элементов, а сами элементы — столь много характеристик и отношений друг с другом, что описание и анализ здесь возможны лишь на основе избирательно идеализированных теорий и моделей [14]. Постулируется, что элементы и процессы реального мира доступны наблюдению. Если теперь рассматривать каждый элемент, например отдельных лиц, предприятия и т. д., как источник информации, то каждое наблюдение над ними представляется в виде элементарного сообщения из окружающей среды [59]. Подобного рода элементарные сообщения и их сочетания, относящиеся к свойствам реального мира, мы будем называть информацией о реальном мире. Информация, содержащаяся в таком элементарном сообщении, должна указывать на: 1) наблюдаемую единицу (элемент); 2) момент или интервал времени наблюдений; 3) местоположение объекта при его подвижности; 4) наблюдавшееся свойство и 5) численное значение свойства. Такую информацию мы будем обозначать термином *данные*. Большую совокупность данных, упорядоченных и сохраняемых так, чтобы их было легко воспроизвести, можно называть *фонд данных* и использовать при дальнейшей обработке информации, не изменяя и не сокращая этот фонд.

6. Обычно фонд данных упорядочен в виде системы объединенных реестров с различными указателями всех наблюдений; это так называемый *банк данных*.

7. Поскольку элементарные сообщения и их сочетания осмысливаются, то с точки зрения семантики сообщения

потребитель должен быть способен соотносить свои исходные знания о системах-реалиях с тем, что о них содержится в сообщении. Это означает, что, интерпретируя информацию о реальном мире, ее нужно сопоставить с элементами и (или) аспектами модели или теории. Эти последние постоянно требуются в качестве инструмента, позволяющего придать смысл полученным элементарным сообщениям¹. Информацию, содержащуюся в таких теориях или моделях, мы будем называть *систематикой информации* — независимо от того, заключена ли она в фундаментальных научных теориях и формализованных моделях или же связана с более просто изложенными знаниями, образами и представлениями, приобретенными из опыта и обучения [12, 32]. Подобная информация представляет теоретическое отображение систем-реалий. Составными элементами этих теоретических систем являются понятия, которые взаимосвязаны утверждениями, логически доказанными или все еще гипотетическими. Подобные теоретические системы, их понятия и гипотезы ориентируются на определенные цели. Другими словами, систематика информации дает нам сжатое и обобщенное представление о чрезвычайно сложных системах реального мира. Одна из существенных особенностей систематики информации состоит в том, что она эффективно уменьшает объем информации о реальном мире, представляя его в концентрированной и легко усвояемой форме [2]. Более того — систематика информации относится не к одним лишь теоретическим системам. Ее можно рассматривать и как часть более общих систем, которые содержат теоретические концепции, принципы, эмпирические закономерности, гипотезы и логические соотношения, образующие в своей совокупности взаимосвязанное целое — отображение больших областей жизни общества. Такие теоретические суперсистемы обычно называют науками. Мы видим, таким образом, что в определенном смысле систематика информации заменяет информацию о реальном мире. Чтобы контролировать систему реального мира, для которой уже созданы соответствующие теории и модели, нужно получать лишь ограниченную информацию о реальном мире, а вот для реальной системы, которая слабо осмыс-

¹ Мы следуем здесь изложению Лангефорса в [60]. Обширная литература по семантической стороне вопроса приводится в [71].

лена теоретически, потребуется гораздо больше информации¹.

8. Основное различие между информацией о реальном мире и систематикой информации состоит в том, что первая опирается непосредственно на наблюдения, тогда как вторая является результатом применения специальных методов и приемов в ходе обработки информации о реальном мире. Этот процесс называют исследованием. Методы и приемы, используемые для превращения информации о реальном мире в систематику информации, имеют весьма общий характер. Учитывая задачу данной работы, можно усматривать сходство между методом и технологией обработки информации и тем, что применяется в обработке производства в широком смысле слова. Мы назовем эту группу технологической информацией. Технологическая информация непрерывно возрастает благодаря исследованиям, разработкам и изобретениям. Их претворение в жизнь обычно называют нововведениями. Эти последние приобрели большое значение в современных экономических² и географических³ теориях. Так, контрасты в темпе экономического роста в разных странах объясняют не только масштабом использования рабочей силы и производственных фондов, но и различными успехами в совершенствовании и распространении технологической информации [58], [21]. Эта гипотеза применима и по отношению к регионам в пределах одной страны [10].

9. Как станет ясно из последнего раздела данной работы, посвященного межрегиональному и внутрирегиональному планированию, полезно выделить еще две категории систем. Первую из них мы будем называть информацией управления (control information), поскольку она тесно связана с поведением и принятием решений. Точнее го-

¹ Очень ясное изложение этой темы можно найти в работе Эмери [24] в разделе об экономичности информации и управлении.

² В литературе по теории экономического роста выделяются две группы. Одна из них восходит к работе Солоу [86, 87] о производственной функции, эволюционных и скачкообразных изменениях техники. Другая восходит к работе Шульца о затратах на подготовку лиц, вовлеченных в производство [83, 84].

³ После новаторских работ Хегерстранда в начале 50-х годов географы обратили внимание на пространственную диффузию нововведений. См.: Хегерстранд [35, 30]. См. также [76] и библиографию в [1], где выделяются работы трех различных направлений.

вора, информация управления содержит утверждения, которые непосредственно направлены на то, чтобы обосновать решение. Отметим здесь три подкласса, которые можно назвать оценочной, директивной и прогнозной информацией. Информация о предпочтениях включает, помимо ценностных суждений, также информацию о конечных и непосредственных целях, функции предпочтения и т. д. Директивная информация включает информацию о хозяйственной политике, планы, руководства, критерии для принятия решений, правила, нормы и приказы, которые могут быть применены для более или менее конкретных целей¹. Прогнозная (prospecting) информация, то есть предположения о последующих событиях и состояниях, опирается на более или менее научно обоснованные методы предсказания и предвидения. Она отнесена к данной категории, поскольку подобные прогнозы нужны в качестве исходных данных при принятии соответствующих решений и, значит, тоже влияют на поведение и принятие решения. Как будет показано ниже, директивная и прогнозная информация играют важную роль в информационных системах, направленных на социальное планирование.

10. Последняя категория нашей классификации особенно полезна для планирования и управления. Мы называем ее сигналами управления (control signals), поскольку она относится к видам информации, дающим толчок для решений или действий управления. Ясно, что специфическое содержание информации этого рода определяется в зависимости от конкретных ситуаций и систем управления. Однако ряду сведений вообще присуща роль сигналов управления, например соотношениям цен, отклонениям от норм и т. д. Они служат толчком для решений управления, поскольку выполняют функцию сигнала в цепях обратной связи, сообщая о недопустимых отклонениях, например, в соотношении между предложением и спросом (отражая дефицит и (или) излишки), между принятыми стандартами и фактическим исполнением, между нормами поведения и фактическим поведением

¹ Термин «директивная информация» определен здесь так же, как и у Лангефорса. Он несколько шире термина «правила принятия решения» (decision rule), используемого Принсом [77], и термина «критерий» (criteria) у Стоуна [91].

и т. д.¹. Назначение контрольных сигналов управления состоит в том, чтобы обеспечить связь между информацией о реальном мире и руководящей информацией в виде петли обратной связи в пределах структуры информа-

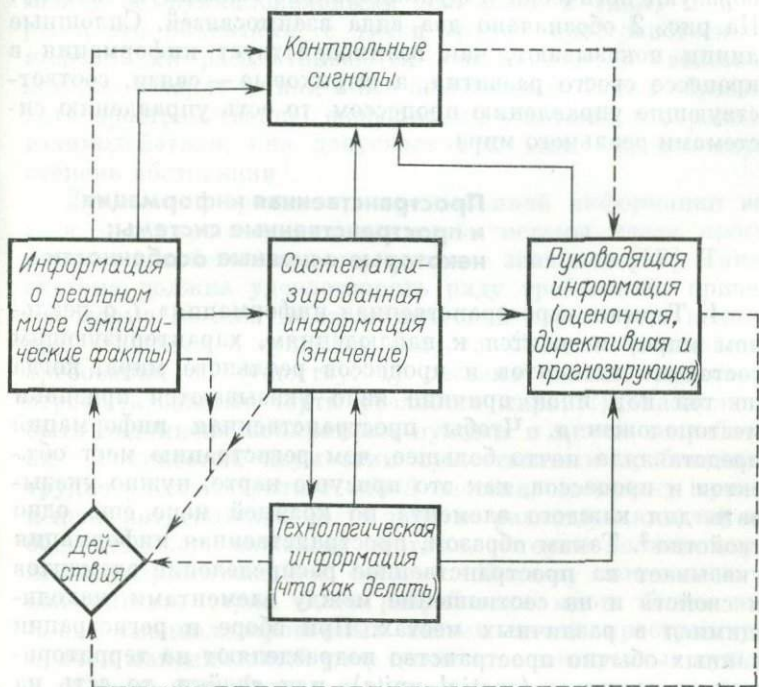


Рис. 2. Пять категорий информации и их взаимные связи.

ционной системы. Сигналы управления могут быть получены путем непосредственного наблюдения над окружением информационной системы, и поэтому их можно рассматривать как часть информации о реальном мире. Чаще, однако, сигналы управления намеренно обеспечиваются так, чтобы конкретные сообщения о реальном мире сопровождались какой-то информацией управления. Поэтому

¹ Литература по общим вопросам затронутой темы приводится в [99], а применительно к планированию и управлению в городах — в [38].

с практической точки зрения мы считаем полезным выделить сигналы управления как особую категорию.

11. Сводкой предлагаемой классификации служит рис. 2¹. Оказывается, что пять выделенных категорий образуют логически и функционально связанную систему. На рис. 2 обозначено два вида взаимосвязей. Сплошные линии показывают, как взаимодействует информация в процессе своего развития, а штриховые — связи, соответствующие управлению процессом, то есть управлению системами реального мира.

Пространственная информация и пространственные системы: некоторые основные особенности

1. Термин «пространственная информация» (о реальном мире) относится к наблюдениям, характеризующим состояние элементов и процессов реального мира, когда по той или иной причине явно указываются признаки местоположения. Чтобы пространственная информация представляла нечто большее, чем регистрацию мест объектов и процессов, как это присуще карте, нужно указывать для каждого элемента по крайней мере еще одно свойство². Таким образом, пространственная информация указывает на пространственное распределение элементов и свойств и на соотношение между элементами, находящимися в различных местах. При сборе и регистрации данных обычно пространство подразделяют на территориальные единицы (spatial units), или ячейки, то есть на протяженные, граничащие друг с другом территории, которым часто присваивают различный ранг. Опираясь на такую основу, мы можем различать два главных типа пространственной информации: информацию о массах (stock), которая относится к разного рода элементам с изменяющимися свойствами и процессам, происходящим в пределах пространственных подразделений; и информацию о потоках, которая относится к разного рода потокам между ячейками пространства, то есть между элементами

¹ Эту более сложную классификацию, полезность которой была проверена эмпирически, можно считать развитием подразделения информации на два типа: систематизированную и оперативную, что было предложено Германсеном [13].

² Общее обсуждение вопроса см. в [9].

в разных ячейках одного ранга. Следует отметить, что термины «масса» и «поток» всегда относятся к определенной горизонтальной (одного ранга) системе ячеек пространства. Потоки в пределах одной ячейки, например между ее функциональными секторами и (или) некоторыми его объектами, с точки зрения пространственной информации рассматриваются как «масса», о свойствах которой говорят те или иные переменные. Таким образом, хотя пространственная информация о потоках и отражает взаимодействия, она допускает при этом определенную степень абстракции¹.

2. С точки зрения пространственной информации вопрос о построении рациональной системы ячеек пространства неизбежно имеет решающее значение [57]. Такая система должна удовлетворять ряду требований, причем некоторые из них носят технический характер, а некоторые относятся к существу вопроса. Отметим важнейшие требования по существу: 1) система должна адекватно отражать важные черты реального мира; 2) она должна быть подчинена конкретным нуждам и целям потребителя². Разумеется, двум этим существенным требованиям трудно удовлетворить в одной системе, поскольку нужды и цели потребителей могут заметно различаться, и так же обстоит дело с важными чертами, которые должна отражать разрабатываемая система. Поэтому постепенно в большинстве стран было разработано много более или менее специализированных систем ячеек пространства, причем максимальный упор делался на конкретные нужды и запросы потребителя и очень мало или ничего не делалось в интересах согласованности этих систем. Подобные системы можно рассматривать как попытку подразделять пространство по структурным и функциональным критериям, то есть мыслить пространство в структурном и функциональном плане³. В суждениях об однородности ячеек представлены три различных подхода, в которых учитываются: 1) структура масс, что ведет к созданию

¹ Подробно этот вопрос рассмотрен в [8].

² Такой утилитарный подход встречается, например, у Клаусона и Стюарта [18].

³ Литература по районированию чрезвычайно обширна. Здесь мы сошлемся на две недавние работы, которые носят обобщающий характер — [28] [русский перевод см. в сб. «Модели в географии», Прогресс, 1972.— *Ред.*] и [5].

систем «естественных» районов, районов культур и районов развития; 2) пространственные взаимодействия и потоки, что ведет к созданию систем функциональных районов — социально-экономических (узловые, или модальные) — или районов речных бассейнов; 3) официально признанные структуры, что ведет к созданию систем политико-административных и планировочных районов.

3. Содержание собранной и зарегистрированной информации по специализированным ячейкам пространства тоже в значительной степени носит специализированный характер, поскольку сбор и обработка соответствующей информации в основном финансируется специализированными административными службами. Поэтому центральным службам информации было бы, конечно, очень трудно создать на этой основе единую систему пространственной информации. Тем не менее во многих странах возрос интерес к решению этой задачи, прежде всего в трех группах потребителей пространственной информации, соответствующий трем подходам к пространственным системам, упомянутым в предыдущем параграфе. При попытках разработать такую многоцелевую пространственную систему был выдвинут (в дополнение к вышеупомянутым существующим требованиям) ряд формальных, или системных (systemic), требований, именно: 1) разработанная система сама по себе должна быть нейтральна по отношению к конкретным ситуациям реального мира, так же как и к тем типам систематизированной информации, которые обобщают и объясняют эти ситуации¹; 2) система должна быть достаточно гибкой, чтобы допускать компоновку из пространственных ячеек — из подсистем общего и специализированного характера; при этом должна быть обеспечена возможность как не включать в рассмотрение любые из этих подсистем, так и выделять новые подсистемы в пределах данной структуры [57]; 3) должна быть обеспечена возможность иерархической упорядоченности ячеек в системы, то есть выделения подсистем разных рангов; 4) система должна легко допускать применение современных средств обработки и анализа информации и 5) система должна допускать комбинированную и совместную обработку картографической и количественной информации.

¹ По-видимому, это фундаментальное требование впервые сформулировал Хегерstrand [30].

4. Структура «идеальных» с точки зрения информационных систем ячеек пространства была описана Хегерстрандом в его знаменитой статье 1955 г. [30], где он противопоставил структурно-функциональный подход хронологическому. Говоря упрощенно, структурно-функциональный подход связан с попыткой классифицировать свойства пространственно распределенных элементов и тем самым выделять в пространстве структурно-функциональные районы; хронологический же подход связан с поиском принципов членения самого пространства. Хронологический подход исходит из того, что местоположение противостоит другим характеристикам элементов, не являясь свойством элемента как такового, и относится к той фундаментальной и логической системе отсчета, которая позволяет человеку вести систематические исследования, управляя окружающей его естественной и общественной средой [30].

5. Хронологическая система ячеек пространства в принципе очень проста. Каждый элемент, определенно локализованный в географическом пространстве, обозначается координатами сетки квадратов, которые равномерно заполняют карту, охватывающую всю рассматриваемую территорию. Эти координаты наряду с отметкой о времени наблюдения заносятся в картотеку вместе с рядом характеристик (типологических и континуальных) элемента, образуя тем самым справочный фонд данных. Не входя в обсуждение многих практических вопросов, возникающих при разработке такого фонда, мы отметим лишь необходимость системы карт-указателей. Нужно указать и на трудности при отображении двумерных, линейных и сетевых элементов реального мира (в отличие от точечных элементов). Разумеется, степень этих трудностей зависит от уровня требуемой детальности. Необходимо условиться о выборе координат при оконтуривании площадей неправильной формы, о разбиении линий на отрезки и об идентификации сетей — таких, как дороги, системы водоснабжения и орошения, ЛЭП и т. д.¹

6. Чтобы нагляднее показать хронологическую систему и ее выгоды при интеграции пространственной информации в справочном фонде, сошлемся на пример Швеции,

¹ Подробное обсуждение вопроса можно найти у Нордбека [68].

где такая система организуется сейчас. Локализация сведений будет опираться там на государственную систему регистрации земель и строений. Все наделы земли имеют идентификационный номер, отражающий координаты согласно национальной сетке координат, предусматривающей точность до десяти метров. Любой элемент можно идентифицировать по участку земли, либо по некоторой его части, и координатное обозначение можно легко распространить и на всё — отдельных лиц, учреждения, строения и т. д. В создаваемой для Швеции системе намечается два главных регистра, кроме регистра земель и строений, — для отдельных лиц и учреждений. Таким образом, все свойства, обозначенные указанием на их тип или с помощью переменных, могут получить и пространственную характеристику¹. Очевидно, что такая система предоставляет уникальные возможности для пространственного анализа любого рода. Данные можно объединять и изучать по чрезвычайно гибкой схеме, а районы можно выделять в соответствии с конкретной изучаемой задачей [34]. Столь же ясно, что, хотя организация такой системы не требует особенно больших затрат, ее работа зависит от доступности больших ЭВМ, а также от обширной системы отчетности для обновления регистров и справочных фондов.

7. До сих пор сравнительно мало говорилось о содержании пространственной информации, то есть о том, какие элементы и переменные наблюдаются (и регистрируются). Данная работа построена так, что лишь немного можно или стоило бы сказать на эту тему, пока не уточнено, *кто и как* намерен пользоваться информацией. Все же можно прийти к некоторым общим выводам, рассматривая *ячейки пространства как системы и подсистемы*. До сих пор ячейки пространства упоминались прежде всего в связи с информацией. Однако, как отмечалось выше, наличие пространственной дифференциации, ведущее к образованию различных систем районов, является коренной особенностью социально-экономических систем реального мира. Согласно определению, *географический*

¹ Полное описание внедряемой в Швеции системы и библиография приводятся у Уоллнера [96] и Саломонссона [81]. Предполагаемая в связи с этим система банка данных (часть полной информационной системы для планирования регионального развития) обсуждается в [44].

район — это участок пространства с высокой степенью однородности некоторых переменных; он в той или иной степени контрастирует с окружающей территорией [28]¹. Когда вся рассматриваемая территория разделена на районы, исходя из тождественности одних и тех же переменных, то такую структуру можно назвать системой районов одного ранга (*one level*). Если же классификация приносит иерархическую упорядоченность путем объединения соседних районов в более крупные районы, то можно говорить о системе районов разных рангов (*multilevel*). Наконец, если несколько систем с районами одного и (или) разных рангов соотносятся друг с другом, то это можно назвать сложной системой районов.

8. Особенность пространственных систем и подсистем реального мира состоит, во-первых, в связности их составных частей вследствие таких соотношений, как расстояние, транспортные издержки и т. п. Во-вторых, пространственные системы реального мира являются *открытыми*, они общаются с себе подобными благодаря разнообразным потокам². В-третьих, элементы пространственных подсистем обычно принадлежат и к системам другого рода³. Наконец, подобно любым системам, пространственная система подвержена воздействию морфостатических и морфогенетических сил; она приспособляется к внешним и внутренним пертурбациям и со временем перестраивает свою структуру [36], [26], [45]. Итак, для описания и объяснения пространственной системы важны те особенности ее элементов и процессов, которые приводят к образованию отдельных ее частей, а также особенности взаимодействия между этими частями. При всяком изучении пространственных систем обе категории особенностей составляют ядро описания.

9. Можно указать немало различных пространственных систем или систем районов, которые обычно накладываются друг на друга. Из них важнейшими, вероятно, являются: 1) функциональные социально-экономические районы; 2) функциональные политико-административные рай-

¹ Об экономической интерпретации этого критерия см. [11], гл. 1.

² Такова основная точка зрения Хаггета [36]. Аналогичные взгляды выражены в [74].

³ Например, функциональные системы промышленных отраслей, структурные системы общественных классов и т. д.

оны; 3) функциональные природные районы; 4) структурные социально-культурные районы; 5) структурные природные районы. При описании системы функциональных социально-экономических районов следует обращать внимание на такие переменные, как площадь ядра, положение зон влияния ядра, самодеятельное население, занятость и безработица, структура региональной экономики по секторам, производство, доходы и инвестиции, число и размер предприятий, использование земель, внутренняя торговля и подвоз ресурсов, а также маятниковые поездки как внутрирайонная особенность и межрайонная миграция, перемещения капиталов и потоки фондов, платежи и внутрирайонная торговля, транспорт и потоки информации, рассматриваемые в межрайонном аспекте [9], [54], [55]. При описании системы политико-административных районов внимание сосредоточивается на организации учреждений управления и планирования, на распределении полномочий, выраженном в системе местных и внутригородских административных центров и районных центров в пределах областей [95], [44]¹. Особое внимание при этом должно быть уделено структуре управления, то есть расположению центров принятия решений, размещенным там властям и их официальной компетенции; существенна и сеть передачи информации для управления и планирования, которая обеспечивает связи в пределах административной системы. При описании системы функциональных природных районов существенны элементы и переменные, характеризующие рельеф и связанные с ним очертания речных бассейнов и климатических зон [61]. В это описание входят и материализованные в сооружениях линии связи, транспорта и ЛЭП. Описание системы структурных социально-культурных районов должно содержать переменные, характеризующие особенности населенных мест, включая сюда их общественную структуру, нормы, ценности, уровень образования и т. д. Важны и межрайонные связи, такие, как потоки информации управления, нововведения, а также сигналы управления, которые постепенно способствуют пространственному объединению и выравниванию. Наконец, при описа-

¹ Яркий анализ взаимодействия пространственной структуры и системы (политико-административной), принимающей решения, содержится в [46].

нии структурных природных систем существенны те переменные, которые дают представление о конкретных особенностях природы района, определяемых условиями для сельского хозяйства, лесоводства, рыболовства, жизни дикой природы, природных ресурсов¹ и т. д., а также те межрегиональные процессы, которые либо поддерживают равновесие в системе районов, либо приводят к изменениям ее структуры.

Многоцелевые информационные системы для обеспечения массовых запросов на пространственную информацию

1. Мы осветим лишь основные темы и вопросы, которые возникают, когда создается и (или) расширяется многоцелевая, ориентированная на обеспечение информационная система для пространственной информации. При этом имеется в виду информационная система, которая, опираясь на специально для нее созданные службы, обеспечивает по запросам социально-экономической информацией (Центральное статистическое бюро), физико-географической информацией (службы, ответственные за систему картирования) и информацией о природных ресурсах (геологическая служба и т. п.). Такие системы называются многоцелевыми, потому что, хотя они и обеспечивают лишь информацию определенного рода, эта информация относится к весьма широкой области и ее использует множество различных потребителей. Более того, эти системы имеют дело не с пространственной информацией как таковой, а прежде всего с функциональной информацией по секторам экономики, предназначенной для страны в целом. Но, поставляя общую информацию, эти системы неизбежно пользуются фактами о явлениях, имеющих определенное местоположение². Поэтому в принципе имеется возможность поставлять и пространственную информацию. Фактически один из ключевых вопросов при ис-

¹ Обзор последних публикаций, посвященных значению полноценной информации о природных ресурсах для экономического развития (и нужде в ней), содержится в [42].

² Полный обзор задач и методов работы таких информационных служб можно найти у Олссона [73]. Об этом говорится и в [54].

пользовании информационных систем для получения пространственной информации состоит в том, как использовать уже имеющиеся источники, объединяя получение пространственной и функциональной (отраслевой) информации.

2. Потребители пространственной информации относятся приблизительно к следующим группам: 1) другие отделы информационной службы и другие информационные службы, 2) центральная администрация и органы планирования, 3) региональная администрация и органы планирования, 4) местная администрация и органы планирования, 5) исследовательские организации и 6) первичные ячейки принятия решений — отдельные лица, промышленные фирмы и т. д. Если разобраться в этом подробнее, то видно, что местные административные и планирующие органы нуждаются в информации с охватом сравнительно небольшой территории, но им нужна детальность; с другой стороны, центральные органы нуждаются в информации по всей территории страны, но обычно гораздо менее детальной (в том, что касается функциональной классификации и уточнения пространственных данных). Таким образом, не вся пространственная информация, нужная местным органам, должна передаваться на региональный и центральный уровень. Наоборот, информационная служба должна быть в состоянии *фильтровать* подробную информацию, полученную на местах, прежде чем передавать ее в центр. Чтобы улучшить обеспечение пространственной информацией, нужно уделять много внимания исходным наблюдениям в содержательной стороне явлений, не забывая о возможности определения соответствующих координат. Это, разумеется, предусмотрено при стандартной разработке материалов переписей, однако переписям присущи три серьезных недостатка: обеспечивается пространственная информация только о массах (почти без исключений); в качестве ячеек пространства служат административные районы; обычно уходит слишком много времени на первичную обработку данных¹.

3. Проблема интеграционной выдачи пространственной информации тесно связана с ее источниками и методами первичных наблюдений (исходные сообщения). К тради-

¹ Подробнее об этом см. [57].

ционными источниками социально-экономической информации о реальном мире относятся: 1) переписи; 2) сообщения от сети наблюдателей; 3) выборочные обследования [73], [69]. Преимущество переписей состоит в том, что они очень подробны и при рациональной сети ячеек пространства могут дать детальную характеристику масс. Можно узнать и о пространственных перемещениях (потоках) — при сопоставлении последовательных переписей. Недостатки переписей уже отмечались. По-видимому, важнейший из них и наиболее тяжелопреодолимый — это затруднения с данными о пространственных потоках. Текущие отчеты в этом отношении способны дать больше, например информацию о потоках межрегиональной торговли и перемещении капиталов. Перспективным методом можно считать выборочные обследования — во всяком случае, для крупных ячеек пространства.

4. Но наибольшие возможности сулит применение современных систем реестров и справочных фондов, где все наблюдения обозначаются географическими координатами. При этом реестры и справочные фонды все время обновляются на основе отчетов о принятии решений. Если одинаковая система классификации и стандартных кодов принята во всех звеньях администрации, а реестры справочных фондов легкодоступны им всем, то заботу об обновлении данных можно возложить на центральную службу [69]. При современных средствах вычислительной техники и телесвязи нетрудно решить проблему доступа к данным. Различные реестры можно сливать, пользуясь кодами-идентификаторами для элементарных сведений. Возможна одновременная обработка информации по многим справочным фондам, что обеспечит большую гибкость при ответах на запросы. Формирование информации в такой системе может подразделяться на три стадии. Первая — ввод данных в справочный фонд. Вторая — хранение данных в удобно упорядоченной форме; и третья — выдача информации в виде отдельных фактов или агрегированных сведений. Необходимость хранения заранее вычисленных многоцелевых статистических сведений тогда намного уменьшится, и можно будет уделить больше внимания вычислениям по отдельным запросам. Очевидно, что работа такой системы требует выполнения двух главных условий: чтобы служба, ответственная за реестры и справочные фонды, имела эффективные каналы связи со

всеми источниками данных и потребителями и чтобы все запросы придерживались единой системы классификации, определений и стандартных кодов¹.

5. С точки зрения пространственной информации реестр и справочный фонд обладают тем преимуществом, что каждый факт сопровождается там постоянно координатами, составляющими часть идентификатора. Этим создается гибкая основа получения пространственной информации — и не только о массах, но в принципе и о потоках благодаря совместной обработке нескольких карточек. Ввиду большого объема информации такую систему, по-видимому, потребуется разделить на главные и подсобные реестры и справочные фонды. Последние будут составляться на основе главных, чтобы обеспечивать интеграционные сведения². Подсобные реестры и справочные фонды можно опять-таки подразделить на две группы — в зависимости от того, составлены ли они на основе географических или функциональных критериев. С точки зрения пространственной информации главное в такой системе — это именно структура подсобных систем, ориентированных на географические данные, а также разделение функций и координация между местными, региональными и центральными реестрами и справочными фондами. Следует также подчеркнуть, что с точки зрения пространственной информации система данных, привязанных к координатной основе, выгодна тем, что она может использовать информацию аэрофотосъемок и наблюдений со спутников; она также способствует построению графически наглядных сводок информации. Наконец, важным преимуществом такой современной системы является то, что она в значительной степени устраняет controverзу о периодичности обновления информации. Если справочный фонд все время обновляется, то большая часть информации окажется почти совпадающей со временем наблюдения.

6. Уже подчеркивалось, что система пространственной информации, рассчитанная на запросы нескольких ре-

¹ Подробнее об этом см. у Уоллнера [96] и Саломонссона [81]. О применении аналогичных принципов в развивающихся странах см. [27] и [16].

² Такое разделение предусмотрено в системе, которую сейчас намечено соорудить в Швеции, о чем сказано в отчете Экспертной группы по региональным исследованиям (E. G. R. U.).

гиональных уровней, нуждается в фильтрации и генерализации данных, с тем чтобы они имели нужный объем и детальность на каждом уровне. Такой системе требуются звенья, способные упорядочивать, хранить и обрабатывать информацию¹. Не касаясь проблем, с этим связанных, подчеркнем лишь необходимость рациональных информационно-поисковых систем, способных осуществлять анализ пространственных распределений, пространственных корреляций, регрессионный анализ и т. д. [13]². Особое внимание следует уделять распознаванию систем в ходе упорядочения пространственной информации в соответствии с принятой классификацией и концептуальной основой. Подспорьем для такого упорядочения служат экономические и социальные балансы — типа тех, что применяются на общегосударственном уровне. Однако при проектировании такой системы на региональном уровне возникает ряд дополнительных трудностей. Во-первых, на какую цель надо ориентировать региональные балансы? Следует ли предпочесть реагирование на неравномерность развития производства с учетом региональной дифференциации или же на долгосрочные программы развития? Во-вторых, должны ли балансы включать внутрирегиональные и межрегиональные экономические потоки, и если да — то в каком аспекте: пространственном, межотраслевом или с учетом обоих? И наконец, должны ли региональные балансы быть частью общенациональных, или их следует полностью подчинить частным задачам, определяемым особенностями района и его межрайонных связей?³

7. Очевидно, что поставленные здесь вопросы не могут быть решены в общем виде для любой страны, независимо от ее размера, уровня развития и пространственной структуры. Но можно всегда рекомендовать уделять внимание созданию региональных балансов с охватом социально-экономических факторов и природных ресурсов, а также массы и потоков, отражая все это и в организации ин-

¹ Большая часть современных банков данных снабжена рядом программ и алгоритмов для решения разнообразных задач по обработке информации [64].

² О конкретных методах такого анализа см. в [66].

³ Литература по существу всех этих вопросов приводится в начале статьи (в работах по региональным системам учета). Обсуждение их теоретических аспектов есть и у Стоуна [90].

формационных систем¹. Такие балансы могут, во всяком случае, удовлетворить ряду чисто технических требований: 1) стандартизовать определения и классификации; 2) обеспечить систему кодов и идентификаторов, облегчая объединение и сопоставление при выдаче пространственной информации; 3) обеспечить косвенную оценку переменных в дополнение к прямым наблюдениям; 4) обеспечить проверку качества и надежности наблюдений; 5) обеспечить полезную основу для сводки данных. Имея в виду, что системы региональных и межрегиональных балансов разработаны слабо и что они могут служить многим целям, представляется целесообразным поставить задачу создания гибкой системы балансов, в которой можно делать дополнения и поправки, не нарушая общей структуры [13].

**Информационные системы
в области регионального развития,
ориентированные
на специализированные запросы
или на сеть абонентов**

1. Здесь освещается еще слабо изученный комплекс проблем о значении и структуре информационных систем, передающих сведения от центральных органов управления до низовых ячеек для принятия решений, от которых в итоге зависит скорость и пространственное распределение событий, связанных с региональным экономическим развитием. Такие системы информации действуют в ответ на запросы; их главная задача — передавать информацию; но ими выполняется и распределение, так как они поставляют, а не получают информацию. Наконец, они обычно специализированы, обеспечивая определенный вид принятия решений на низовом уровне. Можно назвать ряд информационных систем этого рода, но с точки зрения регионального развития и осуществления региональных программ важнее всего: 1) системы для информирования о реальном состоянии дел, 2) системы технологической информации и 3) системы для информации управления.

¹ См. Олссон [72]. Хотя его анализ относится к национальной системе учета, приведенные доводы равно справедливы и для региональной системы.

2. Центральные звенья таких информационных систем обычно входят в состав государственной администрации, но иногда они создаются и объединениями предприятий для сбора и распределения информации аналогичного типа. Потребителями информации являются в основном отдельные лица, учреждения и местные власти, которым нужны сведения для принятия ключевых решений, то есть таких, которые ведут к разнообразным и длительным последствиям. Идея передачи сведений о реальном положении дел и технологических рецептах опирается на убеждение, что, чем лучше руководитель, принимающий решение, оповещен о диапазоне возможностей, тем лучше с общественной точки зрения будут его решения¹. Основа, на которую опираются информационные системы, распределяющие информацию управления, сложнее. Такие системы обычно являются частью более общей управляющей системы (то есть связанной с выполнением планирования и сводками), задача которой состоит в координации решений, принимаемых на низком уровне, для обеспечения строго установленных ценностей и целей.

3. Основной вопрос при создании информационной системы рассматриваемого типа состоит в том, чтобы установить, какую информацию решено учитывать при принятии решений². Следует также гарантировать доверие к выдаваемой информации и к информационной системе как таковой. Последнее, разумеется, связано с надежностью информации и с быстротой ее получения. Вопрос о доверии может, однако, иметь и организационную сторону — установить доверие бывает легче к системе, не зависящей от местных условий. Задача об установлении нужной информации обычно не является трудной, но, когда она окажется решенной, настает очередь технически трудной задачи об установлении сети источников информации и каналов связи для проведения основных наблю-

¹ Этот довод тесно связан с постулатом о важности полноты информированности.

² Здесь затронут общий вопрос, который в равной мере существен и при подготовке документации, влияющей на поведение лиц, принимающих решения, и к установлению сообщаемой им стратегии информирования. Как полагает Матисен [62], этот вопрос может быть решен только исходя из сформулированных на административном уровне представлений о потребителях информации, что равнозначно механизму проблемы принятия решений на низовом уровне.

дений и о разработке эффективных методов хранения и воспроизведения информации. Однако современная техника информационных систем, опирающаяся на ЭВМ и средства телекоммуникации связи, позволяет оптимистически смотреть на решение и этой задачи.

4. Системы для распределения технологической информации действуют в большинстве случаев уже давно. Разветвленные службы широко использовались в сельском хозяйстве и промышленности, а также в строительстве и многих социальных областях — таких, как здравоохранение, общественное питание и образование. Для таких информационных систем их специфические задачи в сфере регионального развития определяются, во-первых, стремлением выравнять различие в фондах технологической информации развитых и отсталых районов. Во-вторых, возникает проблема эксплуатации и перестройки сетей связи в целях быстрого и эффективного распределения информации. Теоретический подход к конфигурации сетей связи и пространственного распространения новшеств, предложенный Хегерстрандом [30], [31], по-видимому, дает хорошую основу для инженерного изучения пространственных процессов¹. Однако все еще недостает прикладных исследований, чтобы указать наиболее эффективное сочетание каналов связи, средств связи и других факторов для распределения технологической информации в разных условиях.

5. Как уже отмечалось, мы рассматриваем распределение информации управления для принятия решений в заранее заданном направлении — как часть общего процесса планирования и управления. Такая структура информационных систем будет заметно изменяться от страны к стране — в зависимости от ее экономической и социальной системы, а также от типа планирования. При централизованной плановой экономике задача состоит в основном в распределении взаимно согласованных директив. При сочетании централизованной и децентрализованной экономики есть трудности, связанные с определением состава распределяемой информации (сочетание прогнозной, директивной и оценочной информации) и с ее передачей. Не обсуждая особого вопроса об индикаторах

¹ Германсен [45] пытался объединить теорию Хегерстранда с экспериментальным моделированием полюсов роста.

планирования¹, отметим лишь, что они становятся все более популярными при управлении развитием различных секторов экономики (в пределах отраслей и межотраслевой), хотя пока еще привлекали мало внимания в области регионального развития (см., однако, [20]).

6. В связи с индикаторами планирования регионального развития важна публикация прогнозов по занятости и цифр хозяйственного роста, а также публикация планов регионального развития [20], [88]². В любом прогнозе заложена сила, способствующая его выполнению (ср. с [56]), которая, по-видимому, тем больше, чем лучше этот прогноз документирован. Однако серьезным недостатком, способным уменьшить доверие к прогнозам, является то, что в них часто оказываются несогласованными тенденции для территории страны в целом и для секторов экономики. Согласованность и надежность показателей является необходимой предпосылкой их выполнения; иначе не возникнет сети взаимных ожиданий, связующей лиц, принимающих решения (ср. с [20]). При этом существенен и сложный вопрос о стабильности развития. Может оказаться, что определенное сочетание прогнозов, планов и тенденций в хозяйстве даст толчок к цепной реакции решений, принимаемых на низовом уровне, что затруднит общий контроль, приводя к неожиданным тенденциям в развитии хозяйства (ср. с [56]). Имеются также основания полагать, что проблема стабильности может создавать при контроле регионального развития даже большие трудности, чем при контроле развития секторов экономики. Поэтому и рекомендуется уделять больше внимания методам и методике индикаторов планирования в рамках всесторонних систем управления региональным развитием.

Эскиз полной информационной системы для управления региональным развитием

1. В двух предыдущих разделах обсуждались обеспечение пространственной информацией и передача нужной при управлении информации о технологии и реальном

¹ Современный обзор теории и практики планирования по показателям приводится в [7] и [92].

² О технологической информации для прогноза см. [51].

положении дел тем, кто принимает решения на низовом уровне, осуществляя хозяйственную политику и планирование при региональном развитии. Постараемся на этой основе наметить структуру всеохватывающей, функционально-ориентированной информационной системы для управления региональным развитием, которая объединяет различные информационные системы, работающие по запросам. Разумеется, мы можем дать только схематический набросок такой системы. Но даже очень эскизная модель позволяет начать полезное обсуждение ряда практических аспектов информационных систем. Функциональный подход более всего помогает дать ответ о характере информации, которую надо получать и распределять, о ее обработке и хранении, об эффективных каналах связи [59]. Такой подход позволяет оценить также итоговое соотношение между издержками и эффективностью для различных вариантов системы.

2. Термином *управление развитием* мы будем обозначать здесь весь процесс планирования, принятия решений, их выполнения и обзора действий в органах управления. Такое управление направлено на систему реального мира, с тем чтобы руководить ее развитием как в целом, так и в ряде соподчиненных процессов. Региональное развитие, то есть развитие различных пространственных систем и подсистем, представляет собою множество таких соподчиненных процессов. Их можно подчинить системе управления развитием. Однако важно понимать, что развитие пространственных систем и подсистем зависит не только от мер управления, принимаемых в центральном звене управляющей системы, который можно назвать администрацией регионального развития, но и от действий других звеньев управляющей системы. Необходимо четко указать в модели такой системы и место для официально утвержденного окружения этого ядра, а также для окружения пространственных подсистем, то есть для различных функциональных подсистем¹. С учетом сказанного можно следующим образом наметить основную структуру управляющей системы для регионального развития.

3. Учитывая, что информационную систему всегда считают связанной с системой, использующей информацию, мы можем подразделить любую управляющую систему

¹ Подробнее об этом см., напр., [75].

Управляющая система	Система реального мира
Управляющая подсистема, ответственная за пространственное развитие	Пространственные подсистемы
Смежные управляющие подсистемы, ответственные за производственно-отраслевые и функциональные подсистемы	Смежные подсистемы (функциональные)

на систему, принимающую решения, и сеть информационной системы. В свою очередь в системе, принимающей решения, можно выделить центральный, региональный и местный отделы со связанными с ними информационными системами, относящимися соответственно к решениям национального, регионального и местного уровней. Очевидно, что при административной организации регионального развития важны вопросы о разделении функций между звеньями, принимающими решения на разных уровнях. Этим определяется также, какую информацию о реальном мире надо передавать от местного уровня на региональный и выше в центр и какую информацию управления направлять иным образом [13], [103]. Таким образом, систему, принимающую решения в управляющей системе пространственного развития, можно рассматривать как иерархическую *структуру*, где центр высшего уровня управляет остальными, подчиненными ему [75]. На каждом уровне решения готовятся в ходе процесса планирования и проведения хозяйственной политики, когда важные решения, затрагивающие длительный интервал времени, взаимно согласуются как в пространственном, так и в функциональном плане¹. Как отметил Тинберген [33], *пространственный аспект принимаемых решений* является также решающим фактором при разделении функций между местным, региональным и центральным отделами системы.

¹ О том, как экономическая политика влияет на смысл определенных отзывов и руководящих указаний, подготовляющих решение в централизованной системе, которая обеспечивает выполнение плана, см. [103].

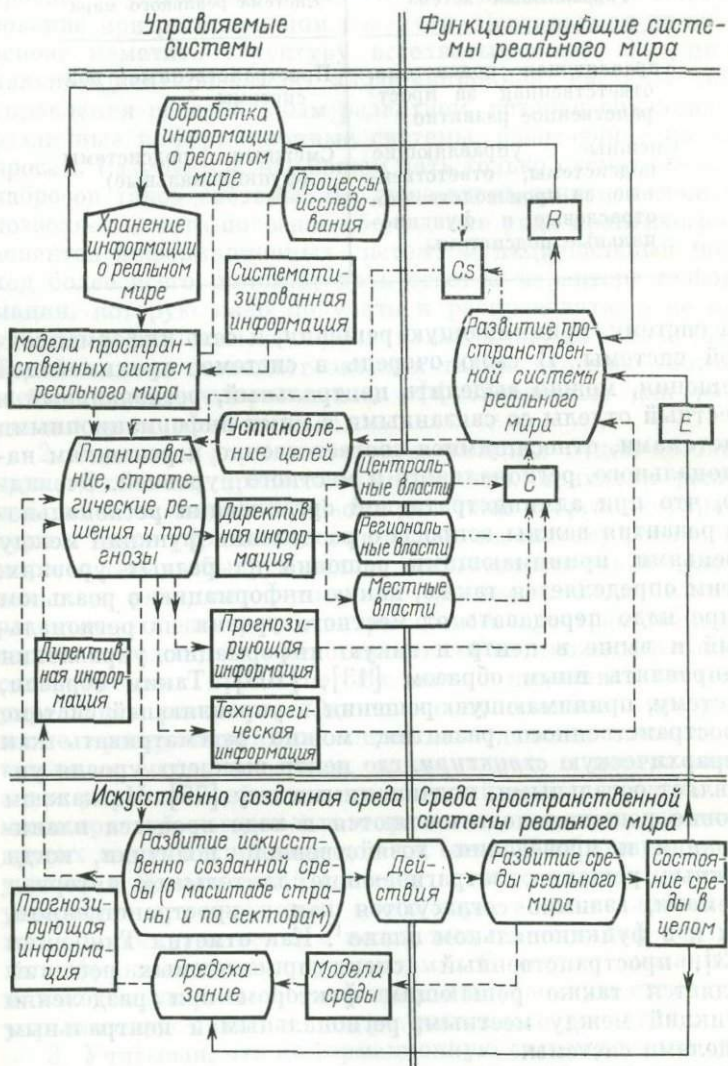


Рис. 3 Полная информационная система для управления региональным развитием.

4. На рис. 3 отражена наша попытка свести воедино различные части полной информационной системы для управления региональным развитием. Ради простоты показан только один блок управления, однако те же принципы применимы и по отношению к блоку управления, подразделенному на несколько иерархических уровней, как об этом говорилось выше¹. Предполагается, что рассматривается система реального мира, которую можно описать с помощью числовых значений некоторого набора переменных S . Множество S подразделяется на подмножество переменных I , наблюдаемых на входе системы, и подмножество переменных O , наблюдаемых на выходе. Каждое из этих подмножеств также подразделяется на два непересекающихся подмножества. Для I мы различаем подмножества E и C , характеризующие соответственно окружающую среду и блок управления. Для O аналогично выделяются подмножества R -переменные продукции, дохода и других характеристик состояния и развития реальной системы мира. Выделяем также и C_s — подмножество индикаторов успеха или сигналов управления, которые указывают на выполнение системой плана (относительно заранее определенных целей и критериев)². Чтобы интерпретировать сообщения о реальном мире, то есть R и E , выбрать контрольные сигналы C_s , а также установить условия, благоприятные для контроля, и определить сочетание переменных контроля, нужно наделить блок управления некоторой систематизированной информацией — предпочтительно той, что способна порождать решения³. Кроме того, чтобы выполнить необходимую для подготовки решения обработку информации, этот блок должен быть наделен и некоторой технологической информацией.

5. С помощью блок-схемы, показанной на рис. 3, можно видеть особенности взаимодействия, с одной сто-

¹ Описываемая ниже модель частично перекликается с моделью, предложенной Джуди [53].

² Блок управления должен также включать оценочное устройство, которое может состоять из отобранных для оценки переменных параметров множеств R , C_s и C . Это устройство можно также упорядочить с помощью функции предпочтения $P(R, C, C_s)$.

³ Эта систематизированная информация может быть ради удобства записана в виде системы уравнений $F(R, E, C, C_s)$, число степеней свободы которой соответствует числу использованных при контроле переменных параметров.

роны, между блоком, который в пространственной системе управляет территориальной структурой, и, с другой стороны, системами реального мира и учрежденными. Выделяются четыре главные части на схеме. Вверху слева показано звено управления, то есть руководства региональным развитием; вверху справа — пространственная система со свойственными ей процессами развития. Внизу слева — учреждения, смежные по отношению к звену управления, то есть остальная административная система; внизу справа — окружение пространственной системы. Чтобы интерпретировать модель, удобно начать с блока планирования, прогноза и принятия решений (в верхней левой части), который получает следующие типы информации: 1) систематизированную информацию от исследований; 2) информацию о реальном мире через посредство информационной подсистемы, собирающей, обрабатывающей, упорядочивающей и сохраняющей пространственную информацию; 3) оценочную информацию, определяемую исходя из целей развития; 4) прогнозы, относящиеся к факторам развития в окружении системы; 5) сигналы управления от системы реального мира и руководящую информацию управления от смежных учреждений. Отметим, что сигналы управления (C_s) устанавливаются на основе исследования и что имеется короткая петля обратной связи этих сигналов с пространственной системой реального мира, работающая независимо от внешней петли обратной связи, по которой передается информация о множестве R .

6. На выходе блока планирования, прогноза и принятия решений передается: 1) директивная информация центральным, региональным и местным отделам, руководящим региональным развитием; она намечает предполагаемые действия и должна функционировать как механизм, вызывающий по сигналам управления необходимые действия в пространственной системе реального мира; 2) прогнозная информация, которая в рамках показателей планирования непосредственно передается элементам системы реального мира; 3) технологическая информация, которая тоже непосредственно передается от основных элементов реального мира посредством службы распространения и т. п., и 4) информация управления к смежным учреждениям управления. Если мы теперь обратимся к развитию пространственной (региональной) системы, то видно,

что на него влияют: 1) состояние окружения системы *E* (применительно к которому блок управления в принципе разрабатывает свою хозяйственную политику); 2) наличие дополнительной технической информации; 3) наличие комплектов контролирующего инструментария *C*, передающего информацию через блоки информации управления и прогнозирующей информации, и, наконец, 4) поступление улучшенной информации о реальном мире, которая передается через информационную систему, ориентированную на распределение. В заключение отметим, что обработка, упорядочение и сохранение информации о реальном мире управляется, как на это указывают штриховые линии, блоком систематизированной информации.

7. Намеченная выше модель полной информационной системы для управления региональным развитием, конечно, является очень упрощенной. Эта модель призвана отобразить лишь те черты чрезвычайно сложных информационных систем реального мира, которые представляются существенными для понимания и улучшения систем реального мира. Модель носит настолько общий характер, что может быть применена почти к любому типу социальной или экономической системы. Хотя она и может показаться слишком общей, она предложена, чтобы послужить отправной точкой для обсуждения. Она отражает также точку зрения автора, что наиболее плодотворный путь для изучения информационной системы, ориентированной на функционально-специализированные запросы, начинается с ее сводной модели, на которой можно рассматривать систему в целом (имея в виду ее общие свойства); лишь затем следует перейти к более детальному анализу, последовательно подразделяя эту систему на подсистемы¹.

Литература

1. Andersson C. A., Bowmann M. J. (eds.), *Education and Economic Development*, Chicago, 1965.
2. Allais M., *Economics as a Science*, Geneva, 1968.
3. Alonso W., *Urban and Regional Imbalances in Economic Development*, *Economic Development and Cultural Change*, 1968, № 4.
4. Attwood E. A., Geary R. C., *Irish County Incomes 1960*, Dublin, 1963.

¹ О стратегиях и методах анализа информационных систем см. [59].

5. Berry B. J. L., Wróbel A., *Economic Regionalization and Numerical Methods*, Geographia Polonica, Warsaw, 1968, № 15.
6. Bisco R. L., *Social Science Data Archives: Technical Consideration*, in S. Rokkan (ed.), *Data Archives for the Social Sciences*, Paris and the Hague, 1966.
7. Black J., *The Theory of Indicative Planning*, Oxford Economic Papers, 1968, № 3.
8. Board C., *Maps as Models*, in: R. J. Chorley and P. Haggett (eds.) *Models in Geography*, London, 1967.
9. Boisier S., *An Information System for Regional Planning in Chile: Experiences and Prospects*, UNRISD/69/C. 24, Geneva, 1969.
10. Borts G. H., Stein J. L., *Economic Growth in a Free Market*, New York and London, 1964.
11. Boudeville J. R., *Problems of Regional Economic Planning*, Edinburgh, 1966.
12. Boulding K. E., *The Image, Knowledge in Life and Society*, Ann Arbor, 1961.
13. Brounstein S., *Some Concepts and Techniques for Constructing and Using a Geographically-Oriented Urban Data Base*, «Socio-Economic Planning Sciences», 1968, № 3.
14. Buckley W., *Sociology and Modern Systems Theory*, Englewood Cliffs, N. J., 1967.
15. Campell R. D., Le Blanc H. L., *An Information System for Urban Planning*, U. S. Department of Housing and Urban Development, Washington, D. C., 1967.
16. Cannel R. S., *Inventory Techniques for Development Planning*, paper prepared for the Conference of African Planners, Addis Ababa, December, 1967.
17. Cerniansky V., Mikulas V., *Data Requirements for Industrial Location (Czechoslovakia)*. Paper presented at the UNIDO Seminar on Industrial Location and Regional Development, Minsk, 1968.
18. Clawson M., Stewart Ch. L., *Land Use Information: A Critical Survey of US Statistics including Possibilities for Greater Conformity, Resources for the Future*, Washington, D. C., and The John Hophins Press, Baltimore, 1965.
19. Datta-Chaudhuri M., Lefebver L., *Regional Development in South East Asia: Experiences and Prospects*, Geneva, UNRISD, 1970, Report № 70.2.I.—2.
20. David P. H., *The Use of Indicative Planning in Translating Aggregate Plans into Location of Individual Projects*. Paper presented at the UNIDO Seminar on Industrial Location and Regional Development, Minsk, 1968.
21. Denison E. F., *Why Growth Rates Differ — Postwar Experiences in Nine Western Countries*, Washington, D. C., 1967.
22. Downs A., *A Realistic Look at the Final Payoffs from Urban Data Systems*, Public Administration Review, 1967, № 3.
23. Emery F. E., *Systems Thinking*, Penguin Modern Management, Harmondsworth, 1969.
24. Emery J. C., *Organizational Planning and Control Systems*, London. Fastighetsregistrering, SOU 1966:63, Stockholm, 1969.
25. Forbes J., *Bridging the Gap between Conventional Data and a Computer-Based Data Bank*, discussion paper, University of Glasgow, Department of Social and Economic Studies, 1968.

26. Friedmann J., Regional Development Policy, Cambridge, Mass., 1966.
27. Von Gersdorf R., The Feasibility of Socio-Economic Data Collection on the Local Level in Africa, paper presented at the Conference of African Planners, Addis Ababa, 1967.
28. Grigg D., Regions, Models and Classes, in R. J. Chorley and P. Haggett (eds.), Models in Geography, London, 1967.
29. Grundstein N. D., Urban Information System and Urban Management Decision Control, Urban Affairs Quarterly, 1966, № 4.
30. Hägerstrand T., Statistiska primäruppgifter, flygkartering och Data Processing-maskiner — Ett kombineringsprojekt, in Svensk Geografisk Årsbok, 1955.
31. Hägerstrand T., Aspects of the Spatial Structure of Social Communication and the Diffusion of Information, Regional Science Association, Paper XVI, 1966.
32. Hägerstrand T., The Computer and the Geographer, Transactions and Papers of the Institute of British Geographers, 1967(a). Bilden av yttrevärlden in Svensk Geografisk Årsbok, 1967(b).
33. Hägerstrand T., Methods and New Techniques of Urban and Regional Research, paper prepared for the ECE Conference of Senior Officials of National Bodies Concerned with Urban and Regional Research, Stockholm, 1968(a).
34. Hägerstrand T., Innovation Diffusion as a Spatial Process, Chicago, 1968(b), (first Swedish edition 1953).
35. Haggett P., Locational Analysis in Human Geography, London, 1965.
36. Hall A. D., Fagen R. E., Definition of System, General Systems, also reprinted in W. Buckley, 1956. Modern Systems Research for the Behavioural Scientist, Chicago, 1968.
37. Harris B., Computers and Urban Planning, «Socio-Economic Planning Sciences», 1968, № 3.
38. Hartenstein W., Liepelt K., Archives for Ecological Research in West Germany, paper prepared for the Third Conference on Data Archives, London, 1966.
39. Hearle E. F., Mason R. J., A Data — Processing System for State and Local Government, Englewood Cliffs, N. J., 1963.
40. Hearle E. F., Urban Management Information Systems, Socio-Economic Planning Sciences, 1968, № 3.
41. Herfindahl O. C., Natural Resource Information for Economic Development, a Resources for the Future study, Baltimore, 1969.
42. Hermansen T., Information Systems for Regional Development Control — Framework for a Research Project, Regional Science Association Papers and Proceedings XXII, 1969(a).
43. Hermansen T., Requirements and Provision of Information for Regional Planning in Sweden, UNRISD/69/C, 56, Geneva, 1969(b).
44. Hermansen T., Spatial Organization and Economic Development, University of Mysore Press, Mysore (India), 1970.
45. Hilhorst J. G. M., Spatial Structure and Decisionmaking, in Development and Change, 1969, № 1.
46. Hirsch W. C. (ed), Elements of Regional Accounts, Baltimore, 1964.

47. Hirsch W. C. (ed), *Regional Accounts for Policy Decisions*, Baltimore, 1966.
48. Hirschman A. O., *The Strategy of Economic Development*, New Haven, 1958.
49. Hochwald W. (ed), *Design of Regional Accounts*, Baltimore, 1961.
50. Jantsch E., *Technological Forecasting for Planning and its Institutional Implications*, Ekistics, 1968.
51. Jones K., *General Systems Theory — A Model for a Planning Information System*, Oslo, 1968.
52. Judy R. W., *Information, Control, and Soviet Economic Management*, in J. P. Hardt et al., *Mathematics and Computers in Soviet Economic Planning*, New Haven, 1967.
53. Kawalec W., *Regional Statistics for Planning Requirements* paper prepared for the U. N. Seminar on Statistical Requirements for Planning Economic and Social Development, Prague, 1969(a).
54. Kawalec W., *Statistical Information System for Regional Development and Planning in Poland*, Warsaw/Geneva, UNRISD, 1969(b).
55. Kemp M. C., *Economic Forecasting when the Subject of the Forecast is influenced by the Forecasts*, *The American Economic Review*, 1962.
56. Kuklinski A. R., Ciechocinska M., Grzeszczak J., Naigrakowski M., *Discussion Problem of the Development of Regional Statistics in Poland*, Warsaw Institute of Geography, Polish Academy of Sciences, 1967.
57. Kuznets S., *Modern Economic Growth — Rate, Structure and Spread*, New Haven and London, 1966.
58. Langefors B., *Theoretical Analysis of Information Systems*, Lund, 1966.
59. Langefors B., *Introduktion till informationsbehandling*, Stockholm, 1968.
60. Maass A. et al., *Design of Water Resource Systems: New Techniques for relating Economic Objectives, Engineering Analysis and Governmental Planning*, Cambridge, Mass., 1962.
61. Mathisen P., *Klientmodeller og avgjorelsesformer i et distriktstiltak*, «Tidskrift for Samfunnsforskning», 1967, № 1.
62. McCrone G., *Scotland's Economic Progress 1951—1960—A Study in Regional Accounting*, London, 1965.
63. Miller J. R., *On-line Systems for Social Scientists*, «Social Science information», 1968, № 2.
64. Myrdal G., *Economic Theory and Underdeveloped Regions*, London, 1957.
65. Neft D. S., *Statistical Analysis for Areal Distributions*, Philadelphia, 1966.
66. Nevin E., Roe A. R., Round J. I., *The Structure of the Welsh Economy*, Cardiff, 1966.
67. Nordbeck S., *Location of Areal Data for Computer Processing*, Lund, 1962.
68. Nordbotten S., *On Statistical File Systems*, «Statistical Review», 1967, № 2.
69. Nordbotten S., *Longrange planning, progress- and cost-reporting in the Central Bureau of Statistics in Norway*, «Statistical Review», 1966, № 1.

70. Ogden C. K., Richards L. A., *The Meaning of Meaning*. London (First edition 1923), 1960.
71. Ohlsson I., *National Accounts as an Instrument for Coordinating Economic Statistics*, «The Review of Income and Wealth», 1966, № 4.
72. Ohlsson I., *Functional Description of the Activities of a Central Bureau of Statistics*, «Statistical Review», 1967, № 2.
73. Perloff H. S. (ed), *The Quality of the Urban Environment, Resources for the Future* publication, Baltimore, 1969.
74. Porwit K., *Theoretical and Methodological Questions for the Construction of Comprehensive Models in Regional Planning*, Regional Science Association Papers and Proceedings XXII, 1969.
75. Pred A., *The Spatial Dynamics of U. S. Urban Industrial Growth 1800—1914*, Cambridge, Mass., 1966.
76. Prince T. R., *Information Systems for Management Planning and Control*, Homewood, Ill., 1966.
77. Ramström D., *The Efficiency of Control Strategies — Communication and Decision-Making in Organizations*, Stockholm, 1967.
78. Rokkan S., Valen H., *Archives for Statistical Studies on Within Nation Differences*, in: Merritt R. L. and Rokkan S. (eds.), *Comparing Nations: The Use of Quantitative Data in Cross-National Research*, New Haven, 1966.
79. Rubinoff M. (ed), *Towards a National Information System*, Washington, D. C., and London, 1965.
80. Salomonsson O., *Data Banks in Regional Planning*, Central Bureau of Statistics, Stockholm, 1969.
81. Sayer J. S., *The Economics of a National Information System*, in M. Rubinoff, op. cit., 1965.
82. Schultz T. W., *Capital Formation by Education*, «Journal of Political Economy», 1960, № 4.
83. Schultz T. W., *Reflections on Investment in Man*, Journal of Political Economy (supplementary volume), 1962.
84. Siegel R., *A Program Approach to Information Systems*, «Journal of the American Association of Planners», 1968.
85. Solow R., *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, «Quarterly Journal of Economics», 1956, № 1.
86. Solow R., *Technical Change and the Aggregate Production Function*, Review of Economics and Statistics, 1957.
87. Sonnenblum S., Stern L. H., *The Use of Economic Projections in Planning*, «Journal of the American Association of Planners», 1965.
88. Stack G., *Das Koordinatennetz als flexible Bezugssystem für regionale Daten*, in *Die Gliederung des Stadtgebietes, Raum und Bevölkerung* 7, Hannover, 1968.
Statistikbehov och Statistikproduktion för Regionala Utredningar, the Expert Group on Regional Investigations, Stockholm, 1967.
89. Stone R., *Social Accounts at the Regional Level*, in: W. Isard and J. H. Cumberland (eds.), *Regional Economic Planning*, Paris, 1961.
90. Stone R., *The Model in its Environment*, Automatica, 1966.
91. Svennilson I., *Planning in a Market Economy*, Weltwirtschaftliches Archiv, 1965.

92. Tinbergen J. et. al., *The Element of Space in Development Planning*, Amsterdam, 1969.
93. Trystam J. P., *Data Archives and Regional Planning in France*, «*Social Science Information*», 1966, № 3.
94. Viot P., *Through Regional Planning Towards Regional Administration*, paper, presented at the IULA Seminar on Regional Administration, Prague, 1969.
95. Wallner H., *Aspects of the General Principles for a Future Design of the Information System for Community Development*, Information from the Swedish Board for Real Estate Data, Stockholm, 1968.
96. Wasserman G., *The French Regional Accounting Framework: An Alternative to the Keynesian Approach*, «*Bulletin of the Oxford Institute of Economics and Statistics*», 1967, № 4.
97. Webber N. N., *The Roles of Intelligence Systems in Urban Planning*, «*Journal of the American Association of Planners*», 1965, № 4.
98. Wilson I. G., Wilson M. E., *Information, Computers and System Design*, New York, 1965.
99. Wingo L. Jr., *Urban Renewal: A Strategy of Information and Analysis*, «*Journal of the American Association of Planners*», May, 1966.
100. Wolpert J., *The Decision Process in a Spatial Context*, *Annals of the Association of American Geographers*, 1964.
101. Zetter J. A., *Development Control and the Integrated Data System*, «*Journal of the Town Planning Institute*», December, 1968.
102. Zielinski J. G., *Centralization and Decentralization in Decision-Making*, *Economics of Planning*, 1963.

Об идентификации, интеграции и организации данных в городских и региональных информационных системах¹

Ов Саломонссон

Организация данных

Информационная система² должна быть способна получать данные и информацию³, накапливать их и обеспечивать разнообразие сведений на выходе. Основным требованием, предъявляемым к информационной системе для нужд регионального планирования, является возможность обеспечить задачи планирования на конкретной географической территории либо для дискретных моментов времени, либо в непрерывной форме на весь период планирования. Запросы на информацию могут быть очень широкими, и поэтому диапазон данных, вводимых в систему, приходится выбирать еще шире, хотя этому и препятствуют экономические причины. Полезно многократное и многоцелевое использование каждого вида дан-

¹ Owe Salomonsson, Some problems of data identification, data integration and data organization in urban and regional information systems, in: Lund studies in geography, ser. B. Human geography, № 37 (Information systems for regional development — a seminar), Lund, 1971.

² Определение информационной системы дается, например, Лангефорсом [10, стр. 149] и Роузовом [14, стр. 4—11]. Лангефорс понимает информационную систему как вспомогательную для большой системы, содержащей компоненты для сбора, запоминания, связи, обработки и вывода информации на дисплей. См. также Германсена [6, стр. 2]. Роузов приводит ориентированное на потребителя определение информационной системы как «интегрированной многостепенной организации людей, процедур и оборудования для удовлетворения организационных нужд потребителя». Автор исходит из определения Роузова, трактуя его несколько более широко. Информационная система для целей регионального планирования — это всеобъемлющая система нескольких интегрированных банков данных для обеспечения информационных нужд в различных областях планирования.

³ Роузов (14, стр. 3) писал: «Информация — это совокупность фактов, которые в силу их организации становятся знанием. Информация — это осмысленные данные, в то время как данные сами по себе не имеют внутреннего смысла и значения».

ных, обеспечиваемое системой. Следовательно, есть ряд фундаментальных критериев для построения и эксплуатации информационной системы. Их можно суммировать следующим образом:

1. Единство в идентификации всех вводимых данных по отношению к другим данным или характеристикам.

2. Соблюдение единых определений, классификаций и кодов.

3. Обозначение — в явной или неявной форме — времени, к которому относятся данные.

4. Указание — в явной или косвенной форме — географической локализации данных.

5. Сохранение указаний на время и место на всех стадиях.

ОСНОВНЫЕ КООРДИНАТНЫЕ ОСИ ДЛЯ ДАННЫХ (РАЗМЕРНОСТИ)

Подчас говорят о трех размерностях, то есть о характеристиках времени и пространства [Hägerstrand, 1955]. Сам термин «размерность» в известном смысле малопригоден, ибо при использовании его мы подразумеваем, кроме координат трехмерного пространства, то есть характеристик «размерности», смесь свойств различной природы у объектов, имеющих по меньшей мере двумерную протяженность. При обработке данных в информационной системе возникает необходимость и четвертого измерения, чтобы отображать точность данных, относящихся к трем другим измерениям или любой их комбинации. Это измерение качества.

Координатная ось времени — одна из простейших при обработке данных в информационной системе, так как она не зависит от других измерений [5, стр. 235]. Ось времени существенно одномерна, и она отражает переменные времени либо в виде точек для определенных моментов, либо в виде отрезков, представляющих периоды времени. Последний способ более практичен с точки зрения затрат.

Пространство имеет три измерения, что может быть с большой степенью точности внесено в информационную систему при помощи ортогональной системы координат или системы сеток.

Вопрос о координатных осях для предметных свойств

наиболее запутан. Невозможно вполне адекватно определить природу этих координат. Число свойств, которые можно зарегистрировать для элементарного объекта наблюдения, почти бесконечно. При числовых измерениях по отношению к объекту наблюдения используются различные виды шкал. Переменные могут быть как дискретными, так и непрерывными; необходимо уяснить фундаментальную природу координатных осей для свойств размерности. Вслед за Ларсоном [11, стр. 87] заметим, что существуют различные объекты наблюдения: индивидуумы, предприятия и организации, строения и земельные участки, таксоны районирования, отрасли деятельности, денежные единицы и т. д.

Все они служат элементарными объектами (базовыми единицами) информационной системы. Из них всегда можно составить более крупные объекты путем агрегирования (агрегированные единицы). В основе определения объектов лежат их свойства. Объекты с одинаковыми свойствами или комбинациями свойств составляют популяцию, или статистическую совокупность. В большинстве случаев каждая единица имеет много свойств, и это значит, что она может рассматриваться в составе нескольких разных популяций. Так, индивидуум, как объект наблюдения, может быть в одно и то же время в списке служащих, в списке заболевших, в списке родителей и т. п. Все эти условия — атрибутивные свойства объекта.

Каждое из указанных свойств порождает межобъектные взаимоотношения: например, у служащих и родителей есть характерные для этих категорий лиц партнеры — администраторы или дети. Как свойства объектов, так и межобъектные отношения непрерывно изменяют свое положение во времени и пространстве¹.

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДАННЫХ

На вход системы должны поступать данные либо о каждом отдельном объекте, либо о группе объектов. Эти

¹ Джон [8, стр. 8] различает данные трех типов: «Данные, которые описывают компоненты городской системы, например население и деловая активность; данные, описывающие соотношения между компонентами, например потоки людей, денег, информации и т. д.; и данные, описывающие освоенное пространство и каналы для потоков, где размещаются компоненты (в структурах) и потоки между ними».

данные могут рассматриваться как массив наблюдений. Ввиду многочисленности данных необходимо организовать их внутри системы по определенным принципам. Поиск принципов нацелен на получение максимальной пользы от информации на выходе системы при заданных затратах.

Определению принципов предшествует анализ вводимых данных с позиции:

1. Возможностей сбора данных сейчас и в будущем.
2. Информационного поиска по запросам.
3. Частоты поиска сейчас и в будущем.
4. Соотношения между данными.
5. Желательных форм представления информации.

Виды записи данных, пригодных по условиям содержания сведений, здесь не рассматриваются. Но построение системы должно обеспечивать добавление или отсеивание ячеек памяти или переменных без изменений в организации системы. Многие работают над содержанием информационных систем для городского и регионального планирования¹. Многие региональные матрицы типа затраты — выпуск и прочие фактографические модели созданы на основе информационной системы².

АНАЛИЗ СООТНОШЕНИЙ СВОЙСТВ У ДАННЫХ

Анализ соотношений имеет в виду рассмотрение данных с точки зрения уже упомянутых координатных осей. О соотношениях свойств со временем и пространством мы будем говорить позднее. При анализе соотношений свойств важны элементарные объекты, так как агрегированные объекты образуются из них. Агрегирование всегда подразумевает переработку данных и сопровождается уменьшением разнообразия ответов на выходе.

Соотношение свойств возникает, если они одинаковы или взаимозависимы у двух или у большего числа объектов. Примером служит зависимость свойств при сопоставлениях родителей и детей или владельцев и их имущества. Каждое свойство позволяет выделить субпопуля-

¹ См. [20] и [3, стр. 15—27].

² См. [23]. О различных матрицах, иллюстрирующих, как могут быть определены информационные периоды, см., например, [7], [1] и [12].

цию из общей популяции. Например, из списка населения можно извлечь перечень всех родителей. Если свойства единообразно определены и если на символы свойств не влияет индивидуальность объектов, то эти символы могут указывать на соотношение свойств. При изучении межобъектных соотношений предполагается также безошибочная и однозначная идентификация объектов. Символы свойств используются в системе как сигналы внутренней связи. В принципе свойства служат здесь основанием при составлении популяции, которая затем фиксируется в виде списка.

Как уже говорилось, свойства сопоставляются прежде всего с надлежащим объектом. Так, категория «государственный служащий» применима по отношению к индивидуумам. В информационной системе это будет обозначено кодом профессии при идентификаторе индивидуума.

Такое свойство (профессия, занятие) не включает в себе взаимоотношений между объектами. Неограниченное число таких независимых свойств может обозначаться в справочно-информационном фонде (СИФ), в специальном и архивном фондах [20, с. 150—151]. Если какие-то сведения часто используются или часто комбинируются с другими сообщениями о данных объектах, лучше заносить их в основной фонд, особенно когда ожидаются частые изменения.

Существуют свойства, создающие, кроме отношений с носителем этого свойства, еще и зависимое отношение последнего к другому объекту. Такой случай иллюстрирует уже упомянутый пример «родители — дети»; то же относится и к данным, где учитывается супружеский статус. Другим примером может служить зависимость между такими единицами, как «здание» и «участок земли», так как каждое здание расположено на участке, кому-то принадлежащем. Зависимые свойства и их соотношения представляют наибольший интерес, поскольку с их помощью можно, не прибегая к новым данным, создать много различных субпопуляций, а также и определить совершенно новые объекты. Так, очевидно, что исходя из популяции родителей и детей можно построить популяцию семей, если даже о семьях изначально и не собирались сведения для хранения в информационной системе. Этот же процесс можно рассматривать и иначе — как агрегирование на микроуровне.

В Швеции процедуры сбора данных в «Системе статистического архива» обеспечивают получение информации о взаимосвязанных объектах. При этом охватываются также измерения времени и пространства [13].

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА

Информационная система опирается на перечни различных популяций, составляющих несколько отдельных «банков данных». В некоторых случаях вся информация, необходимая для конкретной цели, накапливается в одном справочно-информационном фонде. Такому решению благоприятствует единая сеть информационных служб, созданная в Швеции на основе ЭВМ и телетайпных линий связи. Но одновременно и требования к информации для целей планирования чрезвычайно возрастают. Благодаря росту требований практически невозможно накопить все необходимые данные в одном банке данных. Запросы планирования будут возможно лучше обеспечены за счет большого числа связанных друг с другом банков данных, составляющих информационную систему. Здесь есть значительные преимущества как при накоплении и обработке данных, так и в области сбора данных. Необходимо помнить, что всякое свойство, отмеченное у какого-то объекта с идентификатором (например, супружеский статус лица), дает о себе знать во всей системе: ведь его можно проследить в каждой имеющей к нему отношение популяции или перечне. Сказывается и принцип горизонтального растекания информации. Влияние этого принципа на организацию данных в информационной системе весьма велико.

СОСТОЯНИЕ ДЕЛ С ДАННЫМИ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ШВЕЦИИ

Все, что остается за рамками рассмотренных принципов идентификации и интеграции данных, решается исходя из соображений практики и экономичности. Шведская система, которая описывается ниже, является одним из нескольких возможных решений проблемы.

В ходе изучения внутренних соотношений в массиве данных обнаружено, что две категории объектов занимают решающее положение в информационной системе. Речь идет о физических и юридических лицах. У них есть взаимосвязи почти со всем, что имеет хоть какое-то значение. Они представлены в большинстве субпопуляций.

Как ни разнообразны справочно-информационные фонды, среди них очень мало тех, где не представлены физические и юридические лица. Число таких объектов в той или иной субпопуляции практически невелико, даже если в каждом случае наблюдается множество свойств, позволяющих образовать много разных субпопуляций. Другую основу для субпопуляций могут дать земельные участки, здания, автомобили и т. п. Однако все они могут быть связаны с физическим или юридическим лицом через отношения владения. Даже абстрактные категории, такие, как движение автотранспорта, несчастные случаи, могут быть взаимосвязаны физическими и юридическими лицами. Ведь только последние представляют тех, кто может действовать независимо.

Физические и юридические лица могут быть использованы как две единицы, относительно которых систематизируются свойства по их координатам размерности. Они могут быть названы основными категориями информационной системы. Позднее будет показано, как большинство данных в системе могут быть определены во времени и в пространстве по их отношению к этим основным категориям.

В Швеции информационная система для регионального планирования базируется на этих двух категориях. Учитывалось, что административные службы ведут текущий учет на их основе.

Используя записи на местах об актах гражданского состояния, Национальное центральное статистическое бюро (СБС) еженедельно обновляет центральный реестр населения. Записи производятся на магнитных лентах. При СБС имеется также реестр юридических лиц. Пока он пересматривается только раз в год, но на очереди его улучшение и совершенствование.

Ряд других единиц наблюдения также регистрируется в общегосударственном масштабе. Развертывает работу служба регистрации всех земельных участков. Вложено много усилий в создание банка данных о земельных уча-

тствах, где содержится большинство необходимых при планировании данных о землях. Автомобили регистрируются для статистических целей в центральном реестре CBS; происходит замена всякой их местной регистрации единой системой учета в составе шведской сети ЭВМ¹.

Практика показывает, что использование текущей административной регистрации дает преимущества, и благодаря использованию ЭВМ система легко пополняется информацией. Административные реестры даже в их первоначальной форме пригодны не только в сфере управления, но и в сфере планирования. Специализированные опросы и учеты всегда можно строить так, чтобы их результаты органически вошли в информационную систему. Это означает, что каждая выборка для нужд исследования или контроля по отношению к объектам, которые представлены в системе, рассматривается как часть системы в вопросах идентификации и интеграции объектов. Взамен ученый или планировщик всегда располагают всей массой информации из системы.

Проблемы выбора координатных осей для свойств, или, иначе говоря, проблемы идентификации и классификации, могут быть решены при ведущем положении в системе реестров населения и юридических лиц. При этом предполагается, что последний реестр расширен так, чтобы единицами наблюдения служили предприятия, а не их объединение в фирмы. Вторичные объекты или субпопуляции со специфическими свойствами могут отображаться в самостоятельных реестрах. Таким путем сделано разделение категорий наблюдения на базовые и специальные. Созданы и реестры — базовый и специальный. Среди преимуществ такого деления укажем на возможность непрерывно обновлять данные в базовых реестрах и всегда давать свежую информацию о физических и юридических лицах, в то время как специальные реестры обновляются только по мере необходимости.

Проблема измерения времени может быть решена путем введения этой шкалы как в базовые, так и в специальные реестры. Архивные данные обеспечиваются путем накопления информации об изменениях в тех реестрах, которые непрерывно обновляются. Кроме того, необходимо иметь справочный фонд о численности объектов (рас-

¹ О регистрации земли см. [18], автомобилей — [19].

пределение масс) на определенные моменты времени. Указанный метод позволяет при относительно небольших затратах обеспечить сведения о распределении масс для опорных точек на шкале времени. Необходимо указать на преимущество сбора этих данных по одной и той же программе для наибольшего из возможного количества единиц. Это позволяет нам вести сопоставления с архивными данными, собранными по тем же методам и принципам, как и в главной информационной системе для текущей ситуации.

Что касается координатных осей пространства, то представляется излишним придавать пространственные переменные всем объектам и явлениям в системе: ведь большинство их может быть соотнесено с физическими или юридическими лицами, и поэтому характеристикам местоположения было бы рационально опираться на существующие в системе возможности для интеграции. Однако из-за склонности физических лиц менять свое местоположение такой метод может создать путаницу. С другой стороны, в информационной системе можно во всех случаях использовать координатную сеть для локализации, так как теоретически возможно указывать местоположение и для объектов, производных от базовых. Представляется разумным, чтобы индексами местоположения сопровождалась лишь немногие из свойств базовых объектов (этого достаточно, чтобы знать местоположение объекта), а свойствами могут быть, например, место проживания и место работы для индивидуумов или же место конторы и другие места приложения труда для юридических лиц.

В Швеции было принято решение обозначать координатами все земельные участки. Это неизбежно приводит к разным уровням точности при указании местоположения, которые зависят от категории земельного участка. Регистрируются координаты каждого здания в пределах каждого участка, но интеграция внутри регистра населения ограничивается тем, что в актах гражданского состояния все соотносится только с земельными участками. К вопросу об объектах, сопровождаемых указанием на координаты, мы еще вернемся. Принятые в Швеции решения явно продиктованы характером созданного там банка данных о землевладениях. Ориентация на текущий административный учет в обеспечении информационной систе-

мы детальными данными вытекает из соображения экономичности и практической осуществимости.

Координаты, соответствующие землевладениям, обеспечивают удобный указатель местоположения для всех сведений, собранных о базовых объектах. Это возможно сделать благодаря тому, что в записях актов гражданского состояния всегда содержится адрес местожительства каждого лица. Намечено изучить возможности локализации в реестре деловой сферы каждой фирмы (и адресов каждого из ее учреждений) по их земельным участкам. Это позволило бы в специальных реестрах определить положение в пространстве всех явлений (например, дневного или ночного населения) в реестре работающих и предприятий.

Используя соотношения принадлежности и владения, можно соединить земельные участки и людей и тем самым рассматривать все это в информационной системе согласно изложенным общим принципам. По некоторым причинам, однако, предпочтительнее, чтобы справочный фонд о земельных участках рассматривался как ведущий в информационной системе.

Необходимо также обеспечить синхронизацию сведений в реестре земельных участков с данными о населении и предприятиях; нужна одинаковая доступность тех и других. Как только земельному участку придан указатель местоположения, этот участок становится удобным объектом для соотнесения с ним всех сведений, имеющихся в системе пространственную размерность. Так как пространственная размерность является одним из наиболее важных принципов в области городского и регионального развития и планирования, значение банка данных на земельную собственность трудно переоценить. Реестр земельных участков практически станет базовым реестром, а землевладения — базовой единицей внутри системы. Отсюда следует, что было бы разумно строить Шведскую информационную систему на базе трех реестров, а именно центрального реестра населения, где идентификацией является номер лица, центрального реестра предприятий, где идентификацией является реестрационный номер, и реестра земельных участков, где идентификацией служит адрес [координаты. — Ред.] землевладения. Каждая фирма должна указать также число мест приложения труда. Каждый земельный участок будет иметь номер и координаты

для каждого здания, расположенного в пределах этого земельного участка, а также координаты для геометрического центра участка [20, стр. 150—151].

На основе этих трех базовых реестров может быть построено неограниченное число специальных реестров. Основная идея справочного фонда и принципы организации данных основаны на том, что каждый специальный реестр есть своего рода субпопуляция любого из базовых реестров. Таким образом, идентификаторы любого из трех базовых объектов могут послужить основой к соединению сведений. Например, и центральный реестр автомобилей, выделяющийся по своему размеру, мог бы рассматриваться как базовый реестр. С точки зрения слияния сведений он указывает на субпопуляцию владельцев автомобилей (физических и юридических лиц), дополняя центральные реестры населения и предприятий. Здесь субпопуляция составлена по отношениям владения и намечены линии связи, посредством которых можно в случае необходимости выбрать часть владельцев по особенностям мест жилья (ночная стоянка), мест работы (дневная стоянка) и по другим характеристикам, которые могут представлять интерес. Если мы вернемся к размерности времени, можно увидеть преимущества охвата в архивах объектов, обозначенных координатами. Если так обозначены и сведения о массах и о потоках, то можно восстановить относящиеся к прошлому реестры земельной собственности. Поскольку координатная система не изменяется во времени (в предположении, что система не пересматривает радикально систему сеток), то при ведении архива нет в общем нужды указывать координаты пространства. И тем не менее мы можем строить информационную систему так, чтобы алгоритмы обработки архива обеспечивали вычисление статистических сведений и поиск информации для любой административной территории или участка с произвольным контуром на любой затребованный период или момент времени (с учетом периодизации архива) при соблюдении синхронизации для всех существующих в информационной системе переменных.

Другими словами, при таком способе организации данных можно быстро продвинуться в любом нужном направлении, то есть по шкале свойств, времени и пространства. Трудность построения информационной системы состоит в том, что сегодня нелегко предвидеть, какой вид архив-

ных данных будет в будущем использован в исследованиях и при создании моделей. Следовательно, гибкость в использовании данных служит большим преимуществом и даже необходимым требованием. Есть преимущество и в том, чтобы одни и те же принципы и алгоритмы использовались при обработке текущих и архивных справочных фондов.

Координаты пространства и их роль в информационной системе

Пространственная организация занимает центральное положение по значимости в информационной системе для регионального планирования. В предыдущем разделе мы отметили, что система координат обеспечивает в условиях Швеции удобный способ соотнесения данных по их организации в пространстве. Она также помогает в снабжении информационной системы данными о земельных участках на основе текущего административного учета, при котором определяется местоположение объектов.

Но пространственная организация имеет более общее значение в информационной системе для регионального планирования, и в этой связи необходимо обсудить несколько основных проблем.

Пространственная организация распознается по-разному в зависимости от уровня обобщения данных в информационной системе. Если агрегировать данные по региональному признаку, то есть по административным территориям, переписным участкам или другим членениям, то трудно извлечь все преимущества координатной системы. Даже в том случае, когда агрегация обусловлена квадратами координатной сетки различных размеров, мы будем сталкиваться с трудностями. Всякая агрегация единиц всегда ведет к утрате каких-то возможностей. Об этом упоминалось ранее, когда речь шла о шкале свойств у объектов. При агрегации данных по ячейкам территории будут потери в вариантах дальнейшего анализа данных, равно как и в точности. Если явление зарегистрировано внутри какой-то ячейки территории, то очевидно, что оно может относиться к любой точке в пределах ячейки. Такая же трудность возникает и при использовании квадратов координатной сетки. Координатная

точка сама по себе теоретически не имеет площади, и число точек, которые заполняют конкретную территорию, бесконечно велико. Поэтому решение о том, как много цифр должно быть использовано для записи координат X и Y , сводится на практике к предварительному соглашению о размере квадрата и точности, с которой можно определить расположение точки. В Шведском банке данных для земельных участков и строений можно практически обозначить местоположения квадрата размером 10×10 м. Все точки внутри этого квадрата соотносятся с координатами его юго-восточного угла. Такая степень точности обычно вполне удовлетворительна.

В описываемой здесь Шведской системе принято определять местоположения объектов, генерализуя все сведения по участкам землевладения. Понятие о землевладении относится, однако, к ячейкам территории. Подразумевается, что каждый земельный участок имеет геометрический центр (центр тяжести ареала), для которого вычисляются координаты. Регистрируются также координаты каждого существенного строения в пределах участка. Но как уже говорилось, население регистрируется по земельным участкам, а не по строениям. Таким образом, центральная точка участка или (если владением служит только одно здание) центральная точка здания является тем, что определяет местоположение лиц. Нужно еще раз подчеркнуть, что координаты относятся к ячейке территории, составляющей одно землевладение. В Швеции землевладения имеют самые различные размеры. Поэтому неизбежны большие потери в точности, если проводить таким образом интеграцию всех сведений из регистра населения, и это более важное обстоятельство, чем выбор размеров квадрата для координатной сетки.

Но чтобы выбрать другой принцип взамен регистрации лиц по землевладениям, необходимо предусмотреть возможности поступления данных на вход. Опыт Швеции показывает, что была возможность указывать координаты — адреса всех физических и юридических лиц. При использовании адресов достигается большая точность, чем при использовании зданий, так как это позволяет определить координаты даже для каждой наружной двери в доме. Этот метод частично применен в переписи населения 1971 г. в Канаде (Статистическое бюро, 1969 г.). Адреса к тому же легче собрать, чем данные о землевла-

дениях. Но зато возникают трудности с кодированием и обработкой данных. Опыт канадцев по соединению сведений на основе адресов был, однако, очень успешным [22].

КООРДИНАТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ИНТЕГРАЦИИ СВЕДЕНИЙ

Возможности координат при идентификации и интеграции сведений зависят от уровня точности, который требует информационная система. Это диктуется необходимостью иметь в пределах системы единственный код-идентификатор. Невозможно без осложнений, особенно сильных в информационной системе, где координаты относятся к землевладениям, идентифицировать тем же способом нечто дополнительное, встречаемое на участке в единственном числе. Более того, невозможно вполне свободно оперировать с переменной времени, если идентификация выполнена при помощи координат. Ведь в различные моменты времени на одном и том же месте могут существовать различные виды землевладений, и в архивных реестрах появится путаница, если идентификацию обеспечить стабильными кодами. Очевидно, что в большинстве случаев координаты малоудовлетворительны в качестве идентификаторов. Но они эффективны в этом качестве для регистрации текущих сведений о распределении разного рода масс, если не возникают случаи совпадения кодов. Очевидно, что риск этого возрастает по мере понижения критериев точности в локализации. Потеря точности сопровождается агрегированием явлений по ячейкам пространства, вследствие чего возрастает вероятность появления одинаковых кодов-идентификаторов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КООРДИНАТ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМ

Координаты обеспечивают большие возможности для математико-статистического анализа, если используются измерения по всем трем осям физического пространства (хотя Шведская система будет оперировать только двумя координатами плоскости). Возрастает возможность сопоставления сведений и набора возможных результатов. О возможностях анализа достаточно свидетельствует применение переменных локализаций в моделях, которое от-

крывает новые пути для понимания процессов поведения и размещения особенно на уровне микроанализа. Но нужно помнить, что эти подходы сопровождаются повышением требований к детальности информации, главным образом на уровне лиц, что может выйти за рамки существующего в справочно-информационных фондах массива данных.

Один из еще не затронутых вопросов, который представляет интерес, состоит в том, как использовать координаты в качестве средства для рациональной организации и применения информационной системы. Одним из главных достоинств координат является то, что они общепонятны и могут быть ключом к любым данным. Нет другой всеохватывающей и общей системы индексации с таким же свойством. В системе мало других столь же универсальных принципов организации [21, 16].

Универсальность координат состоит также в том, что они применимы и за рамками информационной системы. Любое локализованное наблюдение, например метеоданные, археологические находки и многое другое, что выходит из сферы социально-экономических данных, но представляется важным для планирования, может быть с помощью координат сопоставимо с тем, что есть в информационной системе. Так, например, банк данных о сети дорог, который разрабатывается в Швеции, удастся интегрировать с социально-экономическими данными только путем использования координат.

Будучи числовой системой ссылок столь универсального характера, координаты создают прекрасные возможности в процессах информационного поиска. Но в использовании координат есть несколько ограничений. Перечни данных в соответствии с последовательностью координат обеспечивают характеристику в узких зонах, протянувшихся с запада на восток по всей стране. Характеристика территории в направлении север — юг потребует много машинного времени. Этот метод приемлем при записях сведений на магнитных лентах, но слишком дорог, если пользоваться памятью ЭВМ с поиском ячеек, индексированных случайными номерами. Учтем, что организация реестра внутри информационной системы ориентирована на такого рода память ЭВМ. Существенно, чтобы параллельно с интенсивным усовершенствованием ЭВМ велись и исследования по методике дескрипторной (ассоциатив-

ной) индексации. В региональной информационной системе возникает необходимость вести поиск объектов не только с помощью координат, но и по иным числовым идентификаторам объектов, включая и набор свойств. О том, чтобы накопить двойной набор данных, упорядоченных в различной последовательности, видимо, не может быть речи по экономическим причинам. Выход был бы в методике индексации, построенной по принципу связи двух ключей.

ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ

Географические координаты обеспечивают более широкий диапазон возможностей для получения информации в области взаимодействий объектов в пространстве. В Швеции ощущается нехватка сведений этого рода. Причина в том, что трудно правильно определить начальные и конечные точки траектории при передвижениях в пространстве (это гораздо легче удастся в случае изменений во времени). При использовании координат имеется возможность определить не только расстояние, но и направление движения объектов. Принципы накопления информации не отличаются от основных принципов, на которых строится система. Можно, например, регистрировать движение объектов (от точки к точке), взаимосвязанные движения ряда объектов и движения свойств, передаваемых от одного объекта к другому. Анализ показывает, что даже здесь надлежащие данные наиболее связаны с физическими и юридическими лицами. Большинство взаимодействий в пространстве выявляется побочно, когда обновляются базовый и специальные реестры, если же налицо переменные времени, то сведения будут накапливаться непосредственно в архивных реестрах.

ПАРАМЕТРЫ ПРОСТРАНСТВА И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ

Одна из новых областей, где целесообразно использование географических координат, — это вопрос о способах представления данных. Сегодня представление данных малоудовлетворительно: не удастся передать богатство деталей. Статистические таблицы, в общем, не дают нуж-

ной информации без предварительного анализа. Особенно это заметно, если одной из главных переменных является местоположение. В обычных статистических таблицах отводится очень скромная роль сведениям о локализации объектов; они отражены чаще всего лишь в названии объекта. Статистические таблицы, следовательно, не создают хорошей основы для детального пространственного анализа. Для решения этой проблемы с точки зрения природной среды гораздо больше дает карта. Полезность карты, однако, ограничена той причиной, что карта пытается представить трехмерные понятия в двумерной плоскости. Дело еще более усложнилось при попытках описать на карте соотношения между свойствами объектов. Их передают символами или различными графическими способами. Предел возможностей картографирования наступает, когда с помощью карты пытаются показать множество различных переменных, зависящих друг от друга. Это на карте трудно отразить. Особенно усложненная картина получается в том случае, если на карте пытаются учитывать и шкалу времени.

Могут быть предложены два возможных способа представления многомерных данных. Один путь, до сих пор использовавшийся наиболее часто, — разбиение информации соответственно двум, а иногда трем координатным осям для представления взаимосвязей на графике. При использовании этого метода появляется множество различных таблиц или карт, представляющих требуемую информацию для одного и того же региона. Такое представление информации трудно для восприятия.

Другой путь состоит в усовершенствовании форм демонстрации результатов при сохранении многомерности и внутренних взаимоотношений между данными [8, стр. 16—19]. Для этого необходима частично новая методика. Технически нет преград к тому, чтобы извлечь данные из информационной системы, сохранив их многомерность и взаимосвязи. Кроме того, можно осуществить агрегацию данных, объединяя исходные сообщения, поступавшие на вход. Трудность возникает на этапе преобразования данных в форму, понятную человеку. Можно сказать, что «избыток данных», создающийся при единой сети ЭВМ, потребует более сложных методов преподнесения информации. Кроме того, пользователи информационной системы должны научиться способам получения и

освоения возросшего потока информации. Проблема состоит не только в том, что мы буквально затоплены информацией, получаемой с помощью ЭВМ, но и в том, что мы почти не подготовлены к новой ситуации и все еще используем слишком много методов, которые были удовлетворительными, когда поток информации был более ограниченным. Мы можем посмотреть на эту проблему глазами психолога, рассматривающего вопрос о взаимодействии человека с окружающей его средой. Человек, проходящий по улицам большого города, каждую секунду подвергается сотням чувственных впечатлений, большинство из которых им фиксируется. Однако наш мозг устроен таким образом, что эти впечатления упорядоченно организуются так, чтобы извлечь смысл из поступающих сигналов. Из них лишь очень малая часть действительно касается индивидуума, к тому же все зависит от ситуации, в которой он находится в данный момент. Проходя по тротуару, мы можем игнорировать проезжающие по мостовой автомобили, но совершенно иначе обстоит дело, если мы пересекаем проезжую часть улицы. Сигнал представляет интерес только в том случае, если он имеет к нам отношение. Мы регистрируем данные, но выбираем информацию, организуем ее определенным образом, проверяем ее по отношению к накопленному опыту и действуем в соответствии с определенными вариантами решения. Конечно, нам необходима вся многоаспектность данных. Можно сказать, что нам следует попытаться приспособить себя к растущему потоку информации, развивая способности получения, организации и использования информации на тех же принципах, которыми мы пользуемся при повседневных чувственных восприятиях реального мира. Очень немногие из нас были бы способны сформулировать их в сколько-нибудь строгой форме. Причина — сложность информации. Ведь, кроме восприятия, происходит углубленная обработка информации. Этот процесс может быть обрисован как множество испытаний данных относительно каких-то условий, множество комбинационных поисков данных по отношению к определенным цепочкам условий, процесс количественного определения и оценки опробованных и найденных данных и, наконец, применение информации к ситуации, в которой она может быть использована. Возможно, что удастся сделать наблюдаемыми эти процессы мыслительной обработки дан-

ных и тогда обнаружится определенная система и регулярность. Если процессы обработки можно представить в виде правил и алгоритмов, то такая же обработка информации может совершаться с помощью ЭВМ. Представление информации в этом случае будет иметь форму прямого ввода данных в ЭВМ и переработки их в моделях различного вида. Здесь могут быть использованы все аспекты при анализе, причем разбиение данных может быть сделано не только путем агрегации их, но также путем анализа многомерных данных. Было бы очень разумно снабжать каждую информационную систему специальными системами представления информации. Эти системы должны быть гибкими. Наиболее легко гибкость достигается, видимо, с помощью моделей, построенных в виде независимых функциональных блоков обработки данных, которые можно было бы комбинировать в разнообразные цепочки процесса обработки.

Такие модели не будут обсуждаться в рамках настоящей статьи. Скажем только, что для наиболее полного многоцелевого использования информационной системы наличие моделей необходимо [8, стр. 13—16]. Но для использования моделей требуется поступление на вход значительно большего числа детальных и гибких данных, чем мы можем получить на сегодня. Для функционирования системы необходима также единообразность и управляемость входных данных. Диапазон трудностей таков, что решение их возможно только на широкой общегосударственной основе при изменении ряда административных программ. Очень трудно достичь общей координации в источниках входных данных, которую можно рассматривать как условие эффективности информационной системы. Хотя существующие административные программы в Швеции создали относительно хорошую основу для координации при построении такой системы, усилия, предпринятые ранее в этом направлении, были успешны только частично.

Литература

1. Berry B. J. L., Approaches to Regional Analysis — A Synthesis, Annals of the Association of American Geographers, 1964, Vol. 54.
2. Berry B. J. L., A Synthesis of Formal and Functional Regions using a General Field Theory of Spatial Behaviour in Spatial

- Analysis, in: A Reader in Statistical Geography, Englewood Cliffs, 1968.
3. Cripps E. L., An Introduction to the Study of Information for Urban and Regional Planning, Working Note USRU-WN-1, Department of Geography, University of Reading, Reading, 1968.
 4. Dominion Bureau of Statistics, Geocoding Facts by Small Areas, 1969, Bulletin 1, Febr, Ottawa.
 5. Hägerstrand T., Statistiska primäruppgifter, flygkartering och Data Processing-maskiner: Ett Kombineringsprojekt. Svensk Geografisk Arsbok, Lund, 1955.
 6. Hermansen T., Information Systems Regional Development Control, (Framework for a Research Project), U. N. Institute for Social Development, UNRISD/68/C. 32, Geneva, 1968.
 7. Isard W., Methods of Regional Analysis. New York, 1960.
 8. Jones K., The Use of the Computer in Urban and Regional Planning. (Lecture for NordDATA 69), 1969.
 9. Justitiedepartementet (Ministry of Justice), Försöksverksamhet med koordinatmetoden, 1967: 2, Stockholm.
 10. Langefors B., Theoretical Analysis of Information Systems, Lund, 1966.
 11. Larsson B., Identifikation av statistisk information, «Statistical Review», 1969, № 2, Stockholm.
 12. Lowry I. S., Seven Models of Urban Development: A Structural Comparison, Highway Research Board, National Research Council, Conference on Urban Development Models, Dartmouth College, Hanover, North Hampshire (June 26—30, 1967).
 13. Ohlsson I., Arvas, C., Problemställningar kring framtida databanker, «Statistical Review», 1968, № 6, Stockholm.
 14. Rosove P. E., Developing Computer Based Information Systems, New York, 1968.
 15. Salomonsson O., An Attempt to Integrate between a Swedish Country Population Register and a Proposed Real Estate Register, Including Position Registration by the Co-ordinate Method, Proceedings from the International Symposium on Automation of Population Register Systems, Vol. 1, Jerusalem. (Sept. 25—28, 1967).
 16. Salomonsson O., Koordinater i register och dataarkiv, «Statistical Review», 1968, № 4, Stockholm.
 17. SOU (Statens offentliga utredningar, Swedish Government Official Reports).
 18. 1966: 63: Fastighetsregistrering, Stockholm.
 19. 1968: 23: Bilregistrering, Stockholm.
 20. 1968: 29: Statistikbehov och statistikproduktion för regionala utredningar. Stockholm.
 21. Stubbs G. M., Locational References for Administrative and Planning Information Systems, Urban Systems Unit., Technical Paper № 2, Ministry of Housing and Local Government, London.
 22. Weldon J. I., The Identification of Data Records or Entities for Data Management and File Linkage, Technical Memoranda, Dominion Bureau of Statistics, Canada.
 23. Wilson A. G., Models in Urban Planning: A Synoptic Review of Recent Literature, Centre for Environmental Studies, WP 5, The Future of the City Region, 1968, Vol. 1, London.

Во второй половине нашего века в географии наметились существенные изменения. Из дисциплины описательной и учебной, какой она создавалась учеными-профессионалами и представлялась многим поколениям образованных людей, география превращается в одну из фундаментальных отраслей современной науки. Она содействует не только познанию, но и эффективному использованию и преобразованию природы, разрабатывает географические основы охраны и улучшения окружающей среды. Такой вывод следует из анализа мировой научной литературы, главным образом последнего и частично предшествовавшего ему десятилетия. Определившееся в географии генеральное направление нашло отражение и в том, что она часто стала именоваться географией «конструктивной». Этот термин был предложен акад. И. П. Герасимовым и хорошо отражает ведущие черты ее развития.

Переходу географии к качественно новому этапу содействовал ряд основополагающих причин.

Во-первых, география достигла высокого развития в рамках старых представлений. Все неизвестные ранее земли географами были открыты. Мир в основном был ими описан, закартирован и поставлен на службу человечеству. Оставшиеся труднодоступные места (высокие горы, непроходимые джунгли, подземные полости и пр.) не играют определяющей роли, но и они вскоре станут известными.

Во-вторых, человечество встало перед необходимостью эффективного, но бережного использования природы. Стремительный рост численности населения, небывалые успехи науки и техники обусловили, с одной стороны, потребность, а с другой — возможность извлечь из природы максимум вещества и энергии для создания материальных ценностей. Вместе с тем было установлено, что все природные ресурсы Земли в принципе исчерпаемы; запасы их могут быть израсходованы за обозримый период времени. Это касается не только ископаемого сырья, практически не восстанавли-

ливаемого, растительности и животного мира, но и почвенного покрова, пресной воды, свободного кислорода и гидросферы. Следовательно, встал вопрос о том, чтобы интенсивная эксплуатация природы не истощала ее.

В советской географии возникли идеи об обеспечении сочетания высоких темпов роста промышленного производства с гармоничным развитием природы. Из теории следует, что достижение такого уровня взаимосвязи «Человек и среда», когда эксплуатация природы может не только не истощать, а, напротив, приумножать ее возобновляемые ресурсы; не ухудшать и загрязнять, а улучшать и оздоравливать окружающую среду, принципиально возможно. Практическое осуществление этого, конечно, чрезвычайно трудно, но в том и сила науки, что она способна ставить и решать не простые и легкие, а сложные и трудные задачи. Это, в свою очередь, предполагает разработку принципиально новых научных основ природопользования.

В-третьих, в эпоху научно-технической революции резко возросла возможность получения обширной географической информации о состоянии различных геосфер и о происходящих в них процессах при помощи таких средств, как самолеты, морские суда, спутники Земли и космические лаборатории.

В-четвертых, важные результаты были достигнуты в области физики, прикладной математики, кибернетики, теории информации и вычислительной техники. Все это дало возможность быстро обрабатывать и научно обобщать колоссальный материал данных географических экспериментов и наблюдений.

Все эти причины в основном совпали во времени. Революция в науке произошла и развивается на глазах одного поколения. Совершилась она усилиями ученых, которые в своем большинстве только в пятидесятых годах XX столетия вышли на передовые позиции научного фронта. И за такой короткий период достижения науки оказались самыми выдающимися. Существенно продвинулись наши представления и о природных ресурсах и об окружающей среде. Но чем больше мы узнаем о них, тем больше возникает новых проблем. Это лишний раз свидетельствует о неисчерпаемости человеческих знаний и подтверждает тезис о том, что древняя география подает великолепный пример вечной молодости науки.

На современном этапе развития в географии появляется много новых идей, связанных, в частности, с использованием последних достижений кибернетики, общей теории систем, теорий моделирования и информации.

Известно, что моделирование предполагает упрощение явлений. Поэтому нередко возникают сомнения в целесообразности его

использования. Эти сомнения, однако, необоснованы, так как постепенно усложняя первоначальные модели, освобожденные от так называемых «шумов», ученые научились с достаточным приближением изучать природные процессы. В этом и состоит одна из задач общей теории систем и основанных на ней методов.

Статьи, напечатанные в настоящих сборниках, касаются различных аспектов изучения сложных природных и природно-хозяйственных систем, в позитивном плане рассматривают применение в географии новых методов обработки данных полученной информации. Они главным образом и посвящены этим проблемам.

Некоторым особняком стоит статья В. Изарда, в которой автор высказывает отдельные географические идеи, связанные с общей теорией относительности. Эти идеи пока еще мало разработаны. Между тем они представляют несомненный интерес для советских географов, которые занимаются этими проблемами.

Системный анализ применялся в географии с древних времен, хотя такого термина раньше не существовало. Изучая природу и хозяйство, география всегда имела дело со сложными объектами. Их состояние и происходящие в них процессы определяли многофакторные взаимодействия и взаимосвязи. Рассмотрение их вначале носило умозрительный характер. Со временем системный подход к решению научных географических проблем совершенствовался и достиг теперь весьма высокого уровня в трудах выдающихся географов наших дней. Однако даже и на этом уровне системный анализ осуществлялся в процессе обобщения фактов и закономерностей на основе интуиции и опытным путем. Теории систем и информации возникли много позднее и развиваются ныне бурными темпами. География является одной из научных дисциплин, где эти теории могут быть с успехом использованы.

Издательство «Прогресс» осуществляет полезное дело, публикуя переводы на русский язык наиболее интересных для советского читателя книг и сборников статей, посвященных новым подходам и методам географических исследований. В издаваемые «Сборники», разумеется, вошла лишь небольшая часть того, что появилось в зарубежной научной печати по тематике, которая в них затронута. Однако напечатанные статьи и приведенная в них библиография трудов дают достаточное представление о том, что новые идеи занимают серьезное внимание ученых многих стран.

Существенным недостатком публикуемых работ является то, что в них почти не использован советский опыт. Объясняется это, по-видимому, языковыми трудностями, которые оказались непреодолимыми для наших зарубежных коллег, так как в их статьях есть ссылки лишь на те исследования наших авторов, результаты

которых сообщались в иностранных изданиях. В этом отношении советские авторы находятся в несравненно лучших условиях. К их услугам реферативные журналы и другие источники информации о текущей научно-технической литературе, издающейся почти во всех странах мира. Настоящие «Сборники» выполняют ту же функцию. Кроме того, многие советские географы ориентируются в иностранной литературе без посторонней помощи, что также ставит их в преимущественное положение.

Предстоящий созыв XXIII Международного географического конгресса в Москве (июль — август 1976 г.), который предоставит возможность непосредственного общения с иностранными коллегами, обеспечит взаимный обмен научными идеями и опытом работы, получение самой свежей информации из первых рук, сыграет важную роль в утверждении географии на новых рубежах.

Географы Советского Союза достигли больших успехов в исследовании природных ресурсов, в научном обосновании их интенсивного, но рационального использования с целью подъема различных отраслей народного хозяйства нашей обширной страны. Многие результаты этих исследований нашли практическое применение при выполнении директив XXIV съезда КПСС и успешном осуществлении задач, намеченных на девятую пятилетку. Ныне советский народ, вдохновленный решениями XXV съезда КПСС, приступил к выполнению еще более грандиозных планов десятой пятилетки. Реализация их будет способствовать дальнейшему подъему всех отраслей народного хозяйства, улучшению использования и охраны природных ресурсов, оздоровлению окружающей среды. Не может быть сомнения в том, что советские географы внесут весомый вклад в оптимальное решение проблем, связанных с существенным развитием и целесообразным, по природно-экономическим условиям, размещением производительных сил в стране.

Можно надеяться, что внимательное изучение материалов опубликованных статей окажется полезным для наших исследователей и будет содействовать тому, чтобы достижения советских ученых по разработке ряда современных фундаментальных проблем определяли уровень соответствующих разделов мировой географической науки.

Ф. Ф. ДАВИТАЯ

Академик АН ГССР,

вице-президент Международного географического Союза

Содержание

Возможности и проблемы применения системного подхода к изучению изменений в географии человека	3
Оптимальный подход к установлению системы районов	45
Пороговый анализ как инструмент городского и регионального планирования	67
Социальные процессы и пространственная форма: анализ концептуальных проблем городского планирования	82
Размеры городских систем. Теоретические вопросы, эмпирические закономерности и руководство для планирования	95
Использование и обработка данных	128
Информационные системы для планирования: вопросы и проблемы	184
Об идентификации, интеграции и организации данных в городских и региональных информационных системах	223
Послесловие	243

НОВЫЕ ИДЕИ В ГЕОГРАФИИ

Выпуск II

Городские системы и информатика

Редактор *Л. Н. Кудряшева*

Мл. редактор *Т. А. Новикова*

Художник *А. В. Алексеев*

Художественный редактор *А. Д. Суима*

Технические редакторы *В. П. Перминова,*

Г. Е. Петровская

Корректор *В. Ф. Пестова*

Сдано в набор 22/XII 1975 г. Подписано к печати
22/III 1976 г. Бумага 84×108¹/₃₂ тип. № 1. Бум. л. 3⁷/₈.
Печ. л. 13,02 Уч.-изд. л. 14,34 Изд. № 22217
Цена 1 р. 26 к. Тираж 7000 экз. Заказ № 2769.

Издательство «Прогресс» Государственного комитета
Совета Министров СССР по делам издательств, поли-
графии и книжной торговли. Москва Г-21, Зубовский
бульвар, 21

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров
СССР по делам издательств, полиграфии и книжной
торговли. Москва 113103, Нагатинская, 1.

1p. 26k.

5372